Studies on the inheritance of a type of large-grained, partially sterile rice plant

By Fuyuwo KAGAWA

With 4 text-figures and 22 tables

(Received January 20, 1939)

Contents

	Page
1. Introduction	2
2. Material and methods	2
3. Results of observation and discussions	5
(1) Somatical formation of normal plants and panicles from large-grained, partially sterile plants	5
(2) Progenies of normal plants somatically formed from large-grained, partially sterile plants	6
(a). First generation	6
(b). Second generation	9
(3) Progenies of normal plants obtained from the parent individual that produced large-grained, partially sterile plants	12
(a). Pedigrees that bred true to normal	12
(b). Pedigrees that segregated out normal and large-grained, partially sterile plants	12
(c). Next generation of normal plants produced by segregation	13
(4) Progenies of large-grained, partially sterile plants	15
(a). Appearance of normal plants in the progenies of large-grained, partially sterile plants	15
(b). Size of the kernels of large-grained, partially sterile plants, and the characters of plants raised from these kernels	19
(5) The grain-set in normal and large-grained, partially sterile plants	23
(a). Fertility in normal plants raised from seeds	23
(b). Sterility in large-grained, partially sterile plants	24
(c). Fertility in normal panicles somatically produced from large-grained, partially sterile plants	28
(6) Mutability and the nature of the gene for the large-grained, partially sterile plant	28
(7) Appearance of a dwarf grained, fertile type from a large-grained, partially sterile plant	30
4. Summary	32
5. Literature cited	33

1. Introduction

The investigations on the inheritance of sterility in rice plants, *Oryza sativa* L., have so far been made by TERAO (1917, 1921), KONDÔ and ONO (1923), KONDÔ (1927), NAGAI (1926 (1), (2), (3), (4)), TAKEZAKI (1932 (1), (2), 1933 (1), (2)), MIYAZAWA (1935) and others. Regarding the inheritance of large-grained rice plants, studies have been made by TERAO (1922), KONDÔ and ONO (1923), MIYAZAWA (1935), etc.

The present writer will report here the results of observation made on the progenies of a type of rice plant, that showed large grains and at the same time, partial sterility, as well as on the genetical behaviour of normal plants obtained somatically from them. Although their modes of inheritance were in some respects similar to those already reported, they are different in certain other details.

The plants used as materials in the present study were found in the field of the Totigiken Agricultural Experiment Station in the autumn of 1934. These plants and their progenies were cultivated and studied later in the Experimental Farm of our College. The writer wishes here to express his cordial thanks to the Totigiken Agricultural Experiment Station and to Mr. ISAMU MORIMOTO, formerly agronomist of the Station for their courtesies.

2. Material and methods

In 1934, some aberrant plants made their appearance in the pedigree of an agronomic variety of upland rice "Urasan" (Fig. 1, A) which was raised from seeds obtained in 1933 from an individual showing normal characteristics. In this pedigree, each individual was planted separately from one another, and out of 80 plants, 6 were found to have abnormal structures, and to be completely sterile, while the remaining 74 plants were of normal structure and fertile.

In these aberrant individuals, the glumes were much larger than those of the normals and the panicles showed a coarser structure, standing upright and not at all bending even when ripe (Fig. 1, B). In normal plants, the awn was almost, though not entirely, wanting, while in these aberrant plants, long awns were observable. The leaves, which were larger and coarser than those of the normals, retained their green colour until that period when the culms and leaves of the normals turn yellowish. The height of the plants was somewhat lower than in normals[1]. These 6 plants showed the same characteristics, no difference whatever being observed among them.

(1) The height of the aberrant plants, measured in later years from the base of the longest culm to the tip of the panicle, was on an average ca. 114 cm, while in the normals it was ca. 132 cm.

Each of those aberrant plants was dug out from the soil, kept in a greenhouse, and after verifying by careful examination of its underground parts that it was surely a single individual, its culms were isolated



Fig. 1. A, a panicle of normal plant; B, a panicle of aberrant type with typically large flowers. Natural size.

one by one and each was planted with its underground part in one pot.(1) From these plants, many tillers were obtained, and on most plants large-glumed flowers, as observed in the last autumn, were produced. In these

(1) This was done in the spring of 1935, when most of the culms formed ripe panicles, although others were yet growing vegetatively.

flowers, the stamens and pistils were of normal structure externally, and the structure and size of the pollen grains were similar to those of normal plants, the ratio of good pollen being about the same as in normal plants. The anthers were seen to shed the pollen well, though in some cases not quite so readily as in normal plants. The ovaries of aberrant plants may frequently develop to a length of from 2 to 3 mm, and at this period some have a green colour, but they perish and shrink later. Occasionally, they may attain a length of from 7 to 8 mm, showing a slender shape, sometimes with the transparent fluid inside them. Some kernels were also produced from these flowers.

These individuals were kept alive until present, and the characters of their panicles, flowers, culms and leaves were observed every season. At the same time, observations were made on the progenies derived from their seeds.

In some of the plants that were vegetatively propagated and showed, in the spring of 1935, the characteristics of aberrant plants, no grains were produced. Most individuals, however, produced a certain number of grains, and even the plants, from which no grains were obtained this season, produced some in later seasons. Thus, it may be concluded that the extent of sterility in the large-grained, partially sterile plants may change, probably through some genetic causes to be discussed later, and possibly also influenced partly by external conditions, the sterility being sometimes complete, sometimes partial.

The aberrant plants and their progenies above indicated will be called hereafter "large-grained, partially sterile" plants, or for brevity's sake simply "aberrant plants". The aberrant plants first found in 1934 will be called "original aberrants", while those vegetatively propagated from them will be called "divided individuals".

On the other hand, 5 normal plants, which were sister individuals of the large-grained, partially sterile plants of 1934, were removed from the soil and kept in pots. On these plants, which will be called "original normal plants" in the present paper, as well as on their progenies some observations were made.

In the present studies, unless otherwise stated, the seeds were produced by open pollination. So that, the possibility of natural crossing may not be entirely excluded, although in rice plants under natural conditions, self-fertilization is the rule in almost every flower. However, as will be discussed in detail later on, normal grains were frequently formed somatically by the gene reversion on the large-grained, partially sterile plants, thus forming chimerical panicles. Consequently, it must be remarked that even in panicles that are bagged, flowers showing aberrant characters cannot be said to be always pollinated by their own pollen.

In the cytological observation made on one of the divided individuals that showed the characteristics of aberrant plants, it was shown that the chromosome number in the root tip cells was 24, indicating that these plants were diploid.

3. Results of observation and discussions

(1) Somatical formation of normal plants and panicles from large-grained, partially sterile plants

The characters of divided individuals that were observed in successive seasons are shown in Table 1.

TABLE 1. Characters of divided individuals of aberrant plants.

Original aberrants No.	Divided individuals No.	1935 Spring-Summer	1935 Autumn	Original aberrants No.	Divided individuals No.	1935 Spring-Summer	1935 Autumn
1	1	—	aberrant	4	11	aberrant	aberrant
	3	—	,,		12	,,	—
3	3	aberrant	—	5	2	normal	—
	4	,,	—		3	aberrant	—
	6	,,	—		4	,,	aberrant
	7	,,	—		5	—	,,
	8	normal	normal		6	normal	—
4					7	—	normal
	2	aberrant	aberrant		8	aberrant	aberrant
	3	,,	—		9	—	,,
	4	,,	aberrant	6			
	5	,,	,,		1	aberrant	—
	6	—	,,		2	—	aberrant
	7	aberrant	,,		3	—	,,
	8	,,	,,		5	—	,,
	9	,,	,,		6	aberrant	,,
	10	—	,,		7	—	,,
					8	—	,,

— denotes that the observation was not made.

As will be seen from Table 1, in two clones out of five, that is, in those derived from original aberrants Nos. 3 and 5, four normal plants, one from No. 3 and three from No. 5, have been obtained in successive seasons, although all the tillers of the original aberrants exhibited in 1934 the characteristics of large-grained, partially sterile plants. Basing on the

foregoing facts, it may be concluded that the normal characters appeared somatically from the tissues of the two original aberrants, that showed the typical characteristics of aberrant plants. In these normal plants, normal characters were exclusively observed on their whole body. The parts possessing aberrant characters must have perished away.

The divided individuals shown in Table 1, together with other such individuals that are not shown in this Table but were obtained by the same method, were kept in pots. Unfortunately, observations on these plants were not possible till the autumn of 1937, when it was found that many normal panicles have arisen, besides those of aberrant type, in a number of divided individuals that had not produced any normal panicle in the earlier period of experiments. The results of this observation are shown in Table 2.

TABLE 2. Appearance of somatically formed normal panicles in later years.

Original aberrants No.	Divided individuals No.	Number of normal panicles	Original aberrants No.	Divided individuals No.	Number of normal panicles
1	4	3	5	1	6
3	2	2		4	2
	7	1	6	2	4

As just mentioned, normal panicles often made their appearance somatically on aberrant plants, producing chimerical plants, but the production of chimeras in the reverse direction, that is, the appearance of aberrant panicles on normal plants was never observed throughout the present studies.

The appearance of normal panicles which are somatically formed was also observed in some aberrant plants in the progenies sexually produced from some divided individuals (cf. Fig. 2 and Table 22).

(2) PROGENIES OF NORMAL PLANTS SOMATICALLY FORMED FROM LARGE-GRAINED, PARTIALLY STERILE PLANTS

(a) *First generation*

The progenies of normal plants that appeared somatically from the original aberrants Nos. 3 and 5 and which are shown in Table 1, are given in Table 3.

All the panicles in the divided individual No. 8 from the original aberrant No. 3, segregated in the next generation into normal and aber-

rant plants in the proportion of 3:1(1), the deviation from the theory being 0.040 ± 0.039, whence, it is concluded that the characteristics of large-grained, partially sterile plants are due to a pleiotropic factor which is monogenically recessive to normal, and that the parent individuals were heterozygous for this factor. If the gene for normal is represented by A, and that for large-grained, partially sterile plants by a, the parent individual should be Aa, and in the next generation AA and Aa will be normal, and aa large-grained, partially sterile.

TABLE 3. Next generation of normal plants produced somatically from aberrant plants.

Parent			Next generation		Time of observation
Original aberrants No.	Divided individuals No.	Divided individuals Character	Normals	Aberrants	
3	8	normal	8	4	1935 Autumn
			660	207	1936 Autumn
			Total 668	211	
5	2	normal	14	0	1935 Autumn
	6	,,	18	0	,, ,,
	7	,,	516	0	1936 Autumn

We shall next examine the progenies of divided individuals from the original aberrant No. 5. Since in the pedigrees from divided individuals Nos. 2 and 6 the numbers of plants were small, they will not be discussed here. However, in the pedigree from divided individual No. 7, a large number of individuals were observed exclusively to be normal. Thus, it is clear that the parent individual was homozygous for the normal gene. The divided individuals Nos. 2 and 6 were also proved to be homozygous for the normal gene, to which we shall revert later.

In the foregoing cases, the normal plants that were used as parents were formed somatically from the large-grained, partially sterile plants. The cause of the appearance of normal characteristics from a part of the plant body that was homozygous for the recessive gene, is explained by the fact that the reversion to A occurred in one or both a genes in aa plants. Thus, in the former case, a segregation of normal

(1) As to the proportion of germination, there was no marked difference between the kernels of aberrant and normal types.

and aberrant plants in the ratio of 3:1 will be brought about in the next generation of normal plants, while in the latter, all plants will be normal.

The next generation of some somatically formed normal panicles, shown in Table 2, is given in Table 4. It will be seen there that some of



Fig. 2. Two panicles from a plant in the next generation of divided individual No. 3—original aberrant No. 5. A, a normal panicle somatically produced; B, a panicle of aberrant type. Ca 3/5 natural size.

the somatically formed panicles were homozygous, while others were heterozygous for normal characters. Owing to the insufficient number of individuals, the ratio of segregation is not intelligible with certainty.

TABLE 4. Next generation of somatically formed normal panicles shown in Table 2.

Panicles that segregated out normals and aberrants					Panicles that bred true to normal				
Original aberrants No.	Divided individuals No.	Panicles No.	Aberrants	Normals	Original aberrants No.	Divided individuals No.	Panicles No.	Number of normals	Total
3	7	1	7	12	3	2	1	35	52
							2	17	
6	2	1	9	23	5	1	1	25	139
		2	4	6			2	47	
		3	3	2			3	35	
		Total	16	31			4	32	

Studies of the reversion in rice plants concerning sterile and fertile genes or large and normal grains, have so far been made by TERAO (1917, 1922), NAGAI (1926 (1), (2), (3), (4)), KONDÔ (1927), TAKEZAKI (1932 (1), 1933 (1)), MIYAZAWA (1935) and some others. These studies showed that reversion may occur both in vegetative as well as sex cells. According to TERAO (1922), normal panicles or grains were frequently formed on large-grained plants by a gene mutation occurring in vegetative cells. KONDÔ (1927) also reported that normal panicles were produced on partially sterile plants in the same manner. NAGAI (1926 (3)) observed the appearance of a chimera, composed of three different kinds of tissues, which was also produced by the gene mutation in somatic cells. In the cases also of the present writer just described, normal characters appeared on aberrant plants in the same way.

(*b*) *Second generation*

The next generations of some normal individuals formed sexually from normal plants which had been somatically produced from aberrant individuals are shown in Table 5.

In Table 5, we shall first examine the progenies of normal plants from the two divided individuals that came from the original aberrant No. 5. As will be seen from Table 3, these two normal plants formed somatically from this original aberrant threw out in their next generation only normal plants, and although their total number was rather small, it will indicate that the parent plants might have the constitution AA. From Table 5, we find that 26 pedigrees in the progenies of normals

from these two normal plants bred true to their respective characters, showing that these parent plants possessed the constitution AA. In the other 6 pedigrees, however, a small number of the aberrant plants made their appearance, together with the normals.

TABLE 5. Next generation of normal plants produced sexually from normal plants that appeared somatically from aberrant plants.

Lines of parents (1935 Autumn)			Next generation (1936 Autumn)						
Original aberrants No.	Divided individuals No.	Character	Total number of pedigrees	Pedigrees that produced normals only: Number of pedigrees	Pedigrees that produced normals only: Number of plants in pedigrees	Pedigrees that produced normals and aberrants: Number of pedigrees	In each pedigree: Normals	In each pedigree: Aberrants	In each pedigree: % of aberrants[1]
							36	15	29.4
					52		42	15	26.3
3	8	normal	7	2	72	5	65	16	19.8
							73	10	12.0
							27	4	—
					Sum 124		243	60	19.8
					78 81				
					82 96				
					47 76		54	1	1.8
	2	”	14	12	65 56	2	42	1	—
					75 48				
					66 77				
					Sum 847		96	2	2.0
5					108 90				
					70 68		73	3	4.0
					263 105		57	1	1.7
	6	”	18	14	87 81	4	335	1	0.3
					72 93		151	1	0.7
					77 200				
					256 403				
					Sum 1973		616	6	1.0
	Sum		32	26	2 20	6	712	8	1.1
Total			39	28	2944	11	955	68	6.6

(1) In this Table and also in later Tables in this paper, % is calculated, if not otherwise stated, for pedigrees having more than 50 plants.

We shall now turn our attention to the cause or causes of the appearance of such large-grained, partially sterile plants. If the parent individuals that threw off these 6 pedigrees were of the constitution Aa, which might have been due to the natural cross between normal and aberrant plants, the segregation into these two types of plants must occur in the next generation in the ratio of 3:1. Since the actual numbers as shown in Table 5, however, differ greatly from this ratio, the number of aberrant individuals being very much smaller than that expected, this assumption is here untenable. It may not be unreasonable, however, to expect the appearance of a very small number of aberrant plants in the next generation, if frequent natural cross pollination by pollen A had occurred in the parent individuals with the constitution Aa. But, since these parent plants showed normal characters in the structure of their floral organs, there is no ground whatever, so far as the modes of their flowering and pollination are concerned, for assuming that a natural cross will so frequently occur in them.(1)

It may be assumed that the cause of the appearance of a small number of aberrant plants, as shown in this Table, was probably owing to the gene mutation A→a, which occurred in plants AA. In this connection, it is possible that, plants aa were mainly produced by the self pollination of flowers Aa formed somatically on a part of the tissues of the parent individuals of the constitution AA. Further, plants aa may come into being through the fertilization of male and female gametes, each containing a, which will directly be produced by the gene mutation from parent tissues AA. It may be difficult to consider, however, that these aberrant plants were derived from flowers aa, which were produced by the mutation of the gene A on a part of the parent individuals AA, because, on normal plants, no panicles or grains showing the characteristics of those of aberrant plants were ever met with.

We shall next examine in Table 5 the progenies of normal plants derived from the divided individual No. 8 which has started from the original aberrant No. 3. We find two pedigrees that threw off only normal plants, and five pedigrees in which both normal and aberrant individuals were observed. It is possible, from the results shown in Table 3, that individuals, both AA and Aa, were contained among the parent plants from which these 7 pedigrees have been derived. So that, in the next generation, we may expect to see the pedigrees that will breed true to normal, and those in which the normal and aberrant types will be segregated in the ratio of 3:1. While some pedigrees in the Table do seem to show this ratio, in others the number of aberrants is too small for this view,

(1) The frequency of natural crosses occurring in cultivated rice plants hitherto reported by investigators is usually from 0 up to 3–4% (Beachell and others 1938).

although the number of individuals in each pedigree cannot be said to be sufficient.

As to the cause of the appearance of aberrants in such small proportion, it is possible that the number of aberrants that may segregate out in the next generation of Aa plants diminished, owing to the gene reversion a→A. Further, these aberrants might not have been produced by the segregation of Aa, but by the gene mutation A→a in the course of self propagation of AA.

If we take into account the occurrence of such mutations, we must bear in mind that in the 26 pedigrees above described, which are derived from the original aberrant No. 5 and where we have seen that they throw off only normal plants, some Aa individuals that might have been formed by the gene mutation A→a may be contained, together with AA plants. Analogous consideration must be made in respect to the numbers of dominant and recessive plants formed by segregation as shown in Table 3. It is recognizable, however, that the fundamental mode of inheritance of the normal and aberrant characteristics is monogenic, resulting in segregation in the ratio of 3:1, and that the aberration in the number of individuals from the theoretical expectation may have occasionally or frequently been brought about by the mutation of genes. This conclusion seems also to be supported by the results shown in Table 7, to which we shall revert later.

(3) Progenies of normal plants obtained from the parent individual that produced large-grained, partially sterile plants

As already mentioned, a pedigree in which a certain number of aberrant plants appeared in 1934, together with normal plants, was produced from an individual from the preceding year that showed normal characteristics. In 1934, seeds were obtained from 5 normal plants in the pedigree under consideration and sown the next year. The following generations of these 5 original normal plants are described below.

(*a*) *Pedigrees that bred true to normal*

Out of 5 original normal plants, 2 bred true to normal, as will be seen from Table 6.

(*b*) *Pedigrees that segregated out normal and large-grained, partially sterile plants*

Out of 5 original normal plants, 3 segregated out normal and aberrant individuals in the ratio of 3:1, as shown in Table 7.

TABLE 6. Pedigrees that bred true to normal.

Original normal plants No.	Character	First generation (1935 Autumn)	Second generation (1936 Autumn)	
		Number of plants	Number of pedigrees	Number of plants in pedigrees
1	normal	49	7	222 263 259 281 264 231 291
5	,,	184 (1936 Autumn)	—	—
Total		233	7	1811

Table 7. Pedigrees that segregated out normals and aberrants.

Original normal plants No.	Character	Next generation		Time of observation
		Normals	Aberrants	
2	normal	29	9	1935 Autumn
3	,,	77	18	,, ,,
4	,,	77	17	,, ,,
	,,	210	47	1936 Autumn

(*c*) *Next generation of normal plants produced by segregation*

The next generation of normal plants that segregated out, as shown in (*b*), is given in Table 8.

Since the three original normal plants (the next generations of normals produced from them are shown in this Table) were heterozygous, as will be seen from Table 7, homozygous and heterozygous plants may be contained in the normal individuals that were used as parents in 1935. Accordingly, in the next generation, pedigrees which breed true to normal and those in which normal and aberrant plants are segregated out, are expected to appear. Further, the number of pedigrees in the latter category may be expected to be twice that of the former. But, this relation could not be made out, owing mainly to the fact that the number

TABLE 8. Next generation of normal plants produced by segregation.

Parent (1935 Autumn)		Next generation (1936 Autumn)						
			Pedigrees that produced normals only		Pedigrees that produced normals and aberrants			
						In each pedigree		
Original normal plants No.	Character	Total number of pedigrees	Number of pedigrees	Number of plants in pedigrees	Number of pedigrees	Normals	Aberrants	% of Aberrants
2	normal	16	10	240	6			
				246		159	47	22.8
				201		141	32	18.5
				218		131	18	12.1
				197		265	10	3.7
				191		139	29	17.3
				254		212	38	15.2
				272				
				185				
				213				
				Sum 2217		1047	174	14.3
3	,,	35	19	67	16	60	15	20.0
				84		25	1	—
				55		79	25	24.0
				70		173	23	11.7
				100		221	21	8.7
				77		253	68	21.2
				83		207	44	17.5
				83		115	38	24.8
				59		132	24	15.4
				257		183	21	10.3
				305		196	59	23.1
				158		128	44	25.6
				140		212	47	18.1
				166		206	33	13.8
				200		236	11	4.5
				236		206	29	12.3
				244				
				204				
				232				
				Sum 2820		2632	503	16.0
4	,,	20	6		14	195	23	10.6
						207	41	16.5
						200	33	14.2
				214		212	46	17.8
				263		211	59	21.9
				255		242	46	16.0
				245		292	40	12.0
				226		229	52	18.5
				283		73	23	24.0
						156	38	19.6
						224	45	16.7
						177	49	21 7
						174	55	24.0
						192	36	15.8
				Sum 1486		2784	586	17.4
Total		71	35	6523	36	6463	1263	16.3

of pedigrees was not large enough, and also that the mutation of genes has probably occurred.

In Table 8, we see that the ratio of normal and aberrant individuals in some pedigrees, is about 3:1 in some cases, though in others the ratio of aberrant plants was smaller, and in certain others very much smaller than indicated above. As to the cause of these conditions, the following two possibilities may be cited, as already mentioned in connection with similar cases shown in Table 5, namely, (a) the parents were Aa and the ratio of aa plants in the next generation diminished owing to the reversion a→A, (b) the parents were AA and a small number of plants aa were produced as the results of the mutation A→a. Further, it may be recognized that the frequencies of the gene mutations differed greatly among different pedigrees.

(4) Progenies of large-grained, partially sterile plants

We may expect only aberrant progenies from large-grained, partially sterile plants, if the aberrant characters are recessive to normal and breed true. Observations showed, however, that though sometimes such is the case, in a number of pedigrees some normal plants appeared together with the aberrants.

(*a*) *Appearance of normal plants in the progenies of large-grained, partially sterile plants*

The next generation of divided individuals and of aberrant plants that have arisen through sexual reproduction from divided individuals is shown in Tables 9 and 10.

As may be seen from Table 9, all the 90 individuals in the next generation of divided individuals were large-grained, partially sterile, not a single normal plant having been observed. In the following generation, however, both aberrant and normal plants appeared in 42 pedigrees, and the ratio of the latter in each pedigree was found to vary from few to about 97%, showing very large differences among different pedigrees. Especially, in those derived from divided individual No. 7—original aberrant No. 4, a large number of normal plants were met with.

Table 10 gives the results obtained from plants raised from seeds formed on divided individuals that had been kept in pots for one year. In this Table, all the pedigrees in the next generation show aberrant and normal plants, in marked contrast to that in the next generation of divided individuals shown in Table 9, where only the aberrant type appeared. In Table 10 also, large differences may be seen in the ratio of normal plants in different pedigrees.

The occurrence of the normals, as shown in Tables 9 and 10, may be due to the natural cross of aberrants by the pollen of normals, and also to the gene reversion a→A, but here the frequent occurrence of natural cross seems to be excluded out.

TABLE 9. Next generation of divided individuals and of aberrant plants produced sexually from divided individuals.

Original aberrants No.	Divided individuals		Next generation of divided individuals (1935 Autumn)		Next generation of aberrant plants produced sexually from divided individuals (1936 Autumn)			
					Number of pedigrees	In each pedigree		
	No.	Character	Aberrants	Normals		Aberrants	Normals	% of Normals
4	3	aberrant	20	0	11	16	7	—
						2	5	—
						42	31	42.5
						44	14	24.1
						30	19	—
						53	25	32.1
						29	9	—
						13	1	—
						27	16	—
						59	7	10.6
						95	44	31.7
						Sum 410	178	30.3
	7	,,	6	0	6	10	369	97.4
						32	415	92.8
						75	180	70.6
						77	113	59.5
						86	333	79.5
						46	252	84.6
						Sum 326	1662	83.6
	8	,,	12	0	8	36	4	—
						14	5	—
						10	9	—
						13	4	—
						1	10	—
						15	2	—
						97	93	50.3
						7	16	—
						Sum 193	148	43.3

TABLE 9. (Continued).

Original aberrants No.	Divided individuals		Next generation of divided individuals (1935 Autumn)		Next generation of aberrant plants produced sexually from divided individuals (1936 Autumn)			
	No.	Character	Aberrants	Normals	Number of pedigrees	In each pedigree: Aberrants	Normals	% of Normals
4	9	aberrant	2	0	1	16	45	73.8
						Sum 16	45	73.8
5	3	,,	17	0	2	19	15	—
						21	22	—
						Sum 40	37	48.1
	4	,,	15	0	5	88	39	30.7
						40	20	33.3
						3	10	—
						47	14	23.0
						36	4	—
						Sum 214	87	28.9
	8	,,	18	0	9	4	5	—
						18	21	—
						6	2	—
						38	1	(2.6)
						46	37	44.6
						95	7	(6.9)
						50	40	44.4
						83	13	13.5
						160	71	30.7
						Sum 500	197	28.3
Total			90	0	42	1699	2354	58 1

It was observed in the majority of flowers of aberrant plants that the glumes do not open as perfectly as those of normal, although in some of them, the anthers were seen extruding out from the glumes, about which some observations were made. Flowers in which the pollen was already shed out and the ovary was in the early stage of its development, were examined carefully and it was found that, in the majority of flowers, 3 or more withered anthers were contained inside the glumes. In contrast to this, in the flowers of normal plants, usually no withered anthers were

found inside the glumes. The results of these observations are shown in Table 11. For this Table, 19 to 25 individuals from aberrant plants, as well as homozygous and heterozygous normals were used, and one panicle from each individual.

TABLE 10. Next generation of divided individuals.

Original aberrants No.	Divided individuals (1935 Autumn)		Next generation of divided individuals (1936 Autumn)		
	No.	Character	Aberrants	Normals	% of Normals
1	1	aberrant	98	98	50.0
5	4	,,	309	7	(2.2)
	5	,,	107	2	(1.8)
	8	,,	375	17	(4.3)
6	3	,,	157	60	27.6
Total	5 individuals		1046	184	15.0

Since it is clearly seen in Table 11 that, in aberrant plants, the glumes open to a much smaller extent than in normal plants, the conclusion is that, in the former, the possibility of natural cross is much less than in the latter, though probably not absolutely excluded.

Thus, the possibility of such high frequency of natural crosses occurring in aberrant plants, as just discussed in connection with the cause of the appearance of normal plants as shown in Tables 9 and 10, may safely be excluded out. It is certain that the normal plants were mainly produced by the reversion of the gene a to A.

TABLE 11. Data indicating the extent of opening of the glumes at flowering time.

Number of flowers in aberrant plants			Number of flowers in normal plants					
			Homozygous normals			Normal plants in the next generation of heterozygous normal		
Total	With anthers	Without anthers	Total	With anthers	Without anthers	Total	With anthers	Without anthers
1115	1052	63	1711	116	1595	1506	213	1293
% to total	94.3	5.7	% to total	6.8	93.2	% to total	14.1	85.9

(*b*) *Size of the kernels of large-grained, partially sterile plants, and the characters of plants raised from these kernels*

There are considerable differences in the size of the grains of aberrant plants, as will be seen from Figs. 1, 2 and 3. From such individuals normal plants and panicles have appeared somatically, as already stated. The writer made some observation on the relation between the size of the grains and the characteristics of the plants raised from them, in order to ascertain the frequency of the reversion a→A shown by grains of different size in aberrant plants, as well as to ascertain whether or not

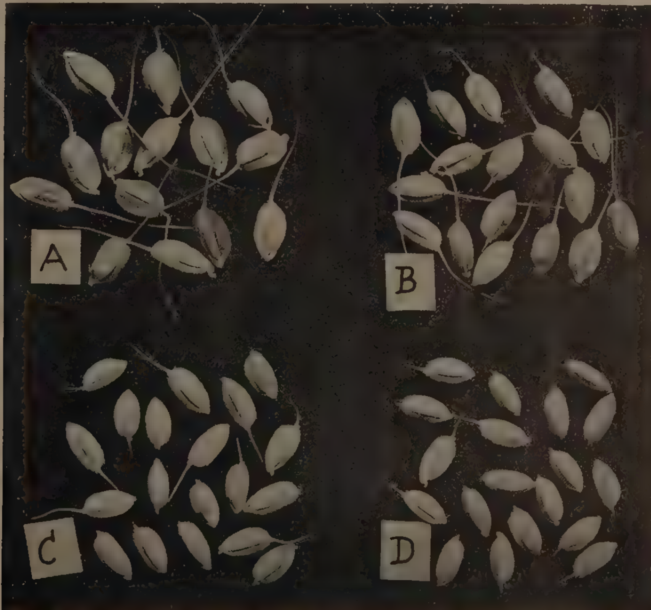


Fig. 3. A, B, C. Aberrant plants. A, "large" grains; B, "medium" grains; C, "small" grains; D, normal plants. Natural size.

some grains in a panicle of aberrant type will reverse to normal, while the others remain aberrant.

The kernels from the panicles of some pedigrees of aberrants obtained in the autumn of 1935, as the next generation of divided individuals, were distinguished into three classes, "large", "medium" and "small" (Fig. 3), and the plants raised from these seeds respectively were examined. The "medium" class will possibly contain a large number of grains that should take their position at the ends of fluctuations of the "large" and "small" classes. The class "small" contained many grains that could

TABLE 12. Size of kernels of aberrant plants, and the characters of plants raised from these kernels. 1936-A.

Original aberrants No.	Divided individuals No.	Character of divided individuals and their next generation	From "large" grains		From "medium" grains		From "small" grains	
			Aberrants	Normals	Aberrants	Normals	Aberrants	Normals
4	3	aberrant	4	2	12	5	0	0
			1	1	1	4	0	0
			4	5	31	20	7	6
			5	0	31	10	8	4
			0	0	18	11	12	8
			6	3	38	14	9	8
			0	0	24	5	5	4
			2	0	11	1	0	0
			7	6	14	5	6	5
			6	1	47	6	6	0
			1	0	3	0	0	0
			1	0	1	0	0	0
			6	0	73	38	15	6
	7	"	0	6	9	328	1	4
			1	1	30	405	1	9
			5	13	71	166	0	0
	8	"	0	1	10	8	0	0
			1	0	13	4	0	0
			1	0	0	10	0	0
			6	1	9	1	0	0
			7	4	122	139	0	0
	9	"	0	1	14	29	2	15
5	3	"	2	0	4	0	0	0
			9	0	8	12	2	3
	4	"	16	2	64	31	8	8
			0	1	3	9	0	0
			1	1	46	13	0	0
			12	3	24	1	0	0
	8	"	1	4	3	1	0	0
			9	4	9	17	0	0
			1	0	5	2	0	0
			2	0	4	0	0	0
			3	0	0	0	0	0
			11	0	27	1	0	0
			16	0	66	11	1	2
		Sum	147	60	845	1307	83	82
Total			207		2152		165	
%			71.0	29.0	39.3	60.7	50.3	49.7

hardly be distinguished from those of normal plants by their size. The results of these observations are shown in Table 12. The data obtained by analogous observations in the kernels produced from some divided individuals are shown in Table 13. Further, the kernels harvested in

TABLE 13. Size of kernels of aberrant plants and the characters of plants raised from these kernels. 1936-B.

Original aberrants No.	Divided individuals		From "large" grains		From "medium" grains		From "small" grains	
	No.	Character	Aberrants	Normals	Aberrants	Normals	Aberrants	Normals
1	1	aberrant	0	0	15	3	76	94
5	5	,,	4	1	98	1	5	0
6	3	,,	10	1	130	54	17	5
	Sum		14	2	243	58	98	99
	Total		16		301		197	
	%		87.5	12.5	80.7	19.3	49.7	50.3

1936 from aberrant plants belonging to different lines were classified according to size into the three classes just mentioned and sown in 1937. The characters of the plants raised from them are shown in Table 14.

TABLE 14. Size of kernels of aberrant plants and the characters of plants raised from these kernels. 1937.

	From "large" grains		From "medium" grains		From "small" grains	
	Aberrants	Normals	Aberrants	Normals	Aberrants	Normals
	235	45	538	173	228	408
Total	280		711		636	
%	83.9	16.1	75.7	24.3	35.8	64.2

The ratio of aberrant and normal plants raised from each size class of kernels shows some variation, as shown in Tables 12, 13 and 14. The average numbers calculated from them are given in Table 15.

TABLE 15. Average amounts of aberrant and normal plants raised from the three size classes of kernels of aberrant plants.

From "large" grains		From "medium" grains		From "small" grains	
Aberrants %	Normals %	Aberrants %	Normals %	Aberrants %	Normals %
80.8	19.2	65.2	34.8	45.3	54.7

From the results stated above, it may be said that a large proportion of "large" grains breed true to aberrant type, and in them the reversion a→A has occurred to a small scale.

We shall next examine the ratio of normal plants that came from "large" grains. In the open pollination of the flowers of "large" class in aberrant plants, the possibility of a natural cross with the pollen of normal plants is not, strictly speaking, excluded. Thus, the ratio of the appearance of normal plants may exceed that which is owing to the gene reversion a→A. So that, in 1937, a number of panicles of aberrant plants belonging to different lines were examined before flowering, and all the flowers of "medium" and "small" classes were picked off, leaving on the panicles only such flowers which as undoubtedly should belong to "large" class. Such panicles were bagged to prevent cross pollination, and the kernels obtained were sown in 1938. The characters of the plants thus raised are shown in Table 16, in which the frequency of the appearance of normal plants may indicate that of the occurrence of reversion a→A.

TABLE 16. Proportion of gene reversion a→A occurring in aberrant plants. 1938.

Aberrants	Normals	Total	% of Normals
46	10	56	17.9

The ratio of normal plants in Table 16 is similar to the average ratio of normal plants obtained from open pollination of "large" flowers which is given in Table 15. This may show that, generally speaking, no natural crosses do occur in aberrant flowers. This agrees with our inference of the improbability of natural crosses as drawn from the imperfect mode of flower opening in aberrants (s. pp. 17–18). Thus, all or almost all the normal plants that appeared in the next generation of aberrants should have been formed by the gene reversion a→A.

We shall next turn our attention to plants raised from "small" grains. Here, we observe that the ratio of normal plants is much larger than in plants raised from "large" grains, indicating that the reversion must have occurred more frequently there. Thus, it may be inferred that the "small" grains obtained from aberrant plants may include many normal grains that were formed from flowers Aa or AA due to the reversion a→A.

The ratio of normal plants that appeared in "medium" class is also larger than that in "large" class, which makes it probable that normal grains were mixed up to a certain extent.

On the other hand, it may be possible that the "medium" grains are chimeras consisting of normal and aberrant tissues, arranged periclinally, or in a more or less deranged manner. Under this presumption the histological examination was undertaken.

In the glumes of aberrant flowers, the hairs on the surface seem to be coarser and longer than in those of normal plants. Further, the cells of epidermis and inner tissues often seem, when observed in transverse section, to be somewhat larger in aberrant glumes than in normal. But such slight differences cannot be said to be very distinct. It may be necessary to measure them in order to establish the exact difference.

Thus, although it was not possible to show exactly the periclinal nature of the glumes of "medium" grains, it is rather probable that these grains, at least some of them, might have such histological constitution. In view of the fact that the plants raised from "medium" grains are often in large proportion aberrant, the subepidermal layer of cells in "medium" grains might mainly be of aberrant nature.

(5) The grain-set in normal and large-grained, partially sterile plants

(a) *Fertility in normal plants raised from seeds*

It is necessary to know the fertility of normal plants in connection with the sterility in aberrant plants.

The fertility of homozygous and heterozygous normal plants is shown in Table 17.

Table 17. Fertility in normal plants raised from seeds.

Plants	Number of plants	Number of panicles	Number of flowers	Number of seeds	Average % of seeds to flowers	Individual variation of % of seeds
Homozygous normal	45	45	5679	5307	93.4	78.0-99.1
Heterozygous normal	50	50	6368	5853	91.9	70.0-98.8

Between homozygous and heterozygous normals, no marked difference of fertility could be detected, the average degree being over 90%, although some variation was observed among different plants in each category.

(*b*) *Sterility in large-grained, partially sterile plants*

Sterility in the original aberrants and in the divided individuals obtained from them is shown in Table 18. For this Table, only panicles of aberrant type were examined, normal panicles produced somatically being excluded out.

TABLE 18. Sterility in original aberrants and divided individuals.

Original aberrants No.	Divided individuals No.	Number of panicles	Number of flowers	Number of seeds	% of seeds	Time of observation
3		3	51	2	3.9	1935 Spring
4		8	155	61	39.4	
5		5	112	61	54.5	
Total		16	318	124	39.0	
4	8	11	1363	743	54.5	1935 Autumn
5	4	11	1339	736	55.0	
	5	11	973	344	35.4	
	8	14	1393	673	48.3	
	9	13	630	12	1.9	
Total		60	5698	2508	44.0	

As will be seen from Table 18, the degree of sterility differs greatly among the various original aberrants as well as among the various individuals of a clone. The fertility of the divided individual No. 8 (from original aberrant No. 4) is somewhat larger than that of the original aberrant from which it has issued out. Some of the divided individuals from the original aberrant No. 5 show the grain-set differing not much from one another and from the original aberrant. But in other divided individuals, a smaller or an extremely smaller degree of fertility is shown. From these facts, it may be concluded that in the original aberrant No. 5, the sterility must have been considerably differentiated somatically among different parts of the plant body.

The sterility of aberrant plants raised from seeds obtained in the spring of 1935 from different divided individuals was examined in the autumn of the same year. Some of the results are shown in Table 19, from which it will be seen that the degree of sterility varies considerably

in different pedigrees, and more or less so also among the individuals of one and the same pedigree.

Tables 18 and 19 will next be compared. The degree of fertility of the individuals in pedigrees derived from divided individual No. 8 (from original aberrant No. 4,) and divided individual No. 4 (from original aberrant No. 5), which is shown in Table 19, is smaller and in some cases very much smaller, than that of their parent divided individuals or the original aberrants Nos. 4 and 5, as shown in Table 18. Similar conditions were found in pedigrees derived from two other divided individuals obtained from original aberrant No. 5. These facts will indicate that the degree of sterility is not constant and may be in the next generation much larger than in the parents.

TABLE 19. Sterility in some pedigrees of aberrant plants derived from different divided individuals. (1935 Autumn).

Pedigrees: Original aberrants No.	Pedigrees: Divided individuals No.	Pedigrees: Plants No.	Number of panicles	Number of flowers	Number of seeds	% of seeds	Pedigrees: Original aberrants No.	Pedigrees: Divided individuals No.	Pedigrees: Plants No.	Number of panicles	Number of flowers	Number of seeds	% of seeds
4	7	2	15	1466	994	67.8	4	8	14	13	867	115	13.3
		3	15	1504	979	65.1			15	13	753	77	10.2
		4	13	1109	658	59.3	5	4	2	5	278	2	0.7
		11	14	1333	506	38.0			3	4	142	0	0
		14	16	2055	988	48.1			4	9	562	34	6.0
		15	16	1295	606	46.8			5	6	193	0	0
	8	2	8	402	5	1.2			8	13	1239	191	15.4
		3	14	875	123	14.0			9	4	226	5	2.2
		4	3	78	0	0			10	9	577	47	8.1
		5	13	882	121	13.7			11	11	572	2	0.3
		6	7	320	23	7.2			12	16	1008	163	16.2
		7	10	655	54	8.2			13	13	817	124	15.2
		8	9	326	6	1.8			14	7	392	0	0
		9	15	1396	570	40.8			15	7	388	13	3.4
		10	10	473	11	2.3			16	9	449	11	2.4
		11	10	726	79	10.9			17	5	232	0	0

On the other hand, some individuals in the pedigree derived from divided individual No. 7 (from original aberrant No. 4) show much higher degree of fertility than that observed in original aberrant No. 4,

although the fertility of divided individual No. 7 (from original aberrant No. 4) was not examined. Similar examples may be seen in Table 20, which shows some examples of high degree of fertility observed in the next generation of individuals of pedigrees given in Table 19.

TABLE 20. Fertility in some aberrant plants in a later generation.

Pedigrees				Number of flowers	Number of seeds	% of seeds	Pedigrees				Number of flowers	Number of seeds	% of seeds
Original aberrant No.	Divided individual No.	Parent individual No.	Plants No.				Original aberrants No.	Divided individuals No.	Parent individuals No.	Plants No.			
			1	423	201	46.5				6	215	170	79.0
			2	205	157	76.6	4	8	9	7	255	191	74.9
4	8	9	3	441	246	55.8				8	261	183	70.1
			4	439	282	64.2				9	192	146	76.0
			5	213	168	78.9	5	4	13	1	230	206	89.6

As will be seen from Tables 18, 19 and 20, the degree of sterility of aberrant plants may change when propagated either somatically or sexually. Here, we should take into consideration the influence of external conditions on the grain-set, but it may be seen from the results obtained in the autumn of 1935 under similar conditions (see Tables 18 and 19), that the participation of some genetic elements should be probable regarding the sterility in aberrant plants. In this connection, the mutability of the gene determining the aberrant characteristics must have a considerable significance. This will be seen from Table 21, which shows the relation between the size of the flowers and their fertility. In this Table, 34 aberrant plants derived through sexual reproduction from different aberrant individuals were used. Their flowers were classified into "large", "medium" and "small" in the manner already stated, and the degree of fertility in each was determined.

TABLE 21. Fertility of "large," "medium" and "small" flowers of aberrant plants. 1936.

"Large" flowers			"Medium" flowers			"Small" flowers		
Total number	Grains set	Fertility %	Total number	Grains set	Fertility %	Total number	Grains set	Fertility %
3372	1262	37.4	2371	1644	69.3	3891	3335	85.7

As may be seen from Table 21, the degree of fertility is minimum in "large" flowers, maximum in "small", and intermediate in "medium" flowers, whence it may be assumed that the degree of fertility of aberrant plants increases parallel to the somatical formation of normal grains on their panicles.

That the ratio of grain-set in some aberrant plants was smaller than that in their parents, as shown in Tables 18 and 19, may be due to the fact that in the parent body, the reversion a→A frequently occurred, producing on them somatically a large number of normal flowers of either homozygous or heterozygous nature. These parent plants were kept in pots for about one year after they were found in the autumn of 1934, and the ratio of their grain-set was found to be larger than those of the individuals of the next generation. This probably shows that the frequency of the reversion a→A occurring somatically in parent plants exceeded those that occurred in plants of their next generation that were newly formed seminally.

On the other hand, the high degree of fertility observed in a pedigree derived from divided individual No. 7 (from original aberrant No. 4,) given in Table 19, may have a certain significance concerning the high degree of gene mutability a to A, which may have been possessed by the divided individual as well as by the plants in the pedigree. Thus, in the next generation of these individuals, a large number of normal plants appeared, as shown in Table 9. Further, regarding the degree of sterility in aberrant plants, it is possible that some other factor or factors determining its rate play a certain rôle.

TABLE 22. Fertility of normal panicles somatically produced from aberrant plants

Plants		Number of panicles	Number of flowers	Number of seeds	% of seeds	Time of observation
Original aberrants No.	Normal divided individuals No.					
3	8 (Heterozygous)	1	27	22	81 5	1935 Spring
5	2 (Homozygous)	1	17	16	94.1	
5	6 (Homozygous)	1	34	32	94.1	
One aberrant plant(1) in the next generation of divided individual No. 4 — original aberrant No. 5.		1	94	67	71.3	1935 Autumn

(1) In this plant, a normal panic'e was somatically produced, on which the proportion of grain-set was examined.

(c) *Fertility in normal panicles somatically produced from large-grained, partially sterile plants*

The fertility of normal panicles somatically formed from aberrant individuals is shown in Table 22, from which it will be seen that the fertility of these normal panicles is similar to that observed in normal plants raised from seeds. Fertility is thus recovered at once as the normal panicles are somatically produced from aberrant plants. This corresponds to the extreme case in which the reversion a→A appeared in every part of the panicles of aberrant plants.

(6) MUTABILITY AND THE NATURE OF THE GENE FOR THE LARGE-GRAINED, PARTIALLY STERILE PLANT

As to the causes that produce normal plants in the next generation of large-grained, partially sterile plants, the gene reversion may be regarded as being mainly responsible, as already discussed. We notice in Tables 9 and 10 that the ratios of normal plants in the next generation are often very small. On the other hand, there will be noticed in these Tables a number of pedigrees in which the ratio of normal plants appearing in the next generation of large-grained, partially sterile plants was considerably larger. In these pedigrees, the ratio of normal plants to the whole number of individuals often exceeded 50%, occasionally reaching more than 90%. This may be explained by the wide variation in the reversibility of the gene in different lines of aberrant plants.

As shown in Table 9, no normal plants arose through the gene reversion in the next generation of divided individuals, whereas in the following generation, a number of normal plants made their appearance. The parent plants shown in Table 10 were the divided individuals that were kept in pots for about one year after they were found in 1934, and in the next generation from these plants, the occurrence of reversion was frequently observed. In view of these facts, it is clear that the reversion of the gene a to A may not occur in sexual reproduction of aa plants that were produced by mutation A→a at a time not very far off, although such reversion may frequently occur later, after the lapse of a certain time. It is also conceivable that the normal plants may have arisen from AA or Aa grains, somatically originated in the parental aberrants that contained the aberrant gene which has been formed some time ago.

From the results described above, the following may be possible as formative causes of an individual, which in 1933, showed normal characteristics and, in 1934, produced 6 original large-grained, partially sterile plants, together with 74 normal plants of both homozygous and heterozygous nature:

(1) In 1933 this individual, might have possessed the constitution Aa in every part of its body. Such an individual may be produced by the union of the gametes A and a, of which the latter is derived from AA plants by the mutation A→a. Such plant may also be formed by the analogous mutation, occurring somatically at the very early stage of development of the zygote AA. In the next generation, the proportion of aberrant plants might turn out, as was actually observed, to be smaller than that of monogenic expectation, owing to the reversion a→A, if we may be allowed to presume the frequent occurrence of the reversion.

(2) From only a rather small part or parts of the individual, which originally was of AA structure, the constitution Aa was brought about somatically by the mutation A→a. In this case, a small number of aberrants may be produced in the next generation. Should the mutation A→a once occur somatically in a single cell in the course of the plant's development, it may results in a large number of sporogenous cells Aa. So that,, if the mutation A→a may occur even but rarely in the original plant AA, the explanation of the phenomenon seems to be quite easy.

(3) In some germ cells themselves of the individual AA, the mutation A→a occurred, producing male and female gametes containing the gene a, and the individuals aa were formed. But, if we will adopt this hypothesis, then we must suppose further that the gene mutation A→a occurred rather frequently in both male and female gametes, otherwise, it would have been difficult to obtain in 1934 the above mentioned number of aberrants, since the chance of fertilization a × a will be quite small.

Thus, of the three possibilities just discussed, the second seems to be most likely. Generally speaking, the gene mutations, both A→a and a→A, may be expected to occur in germ cells. But, in the writer's experiments, normal panicles and grains were produced on aberrant plants to produce chimeras, while aberrant panicles or grains on normal plants were never observed. Thus, in somatic cells, the gene mutation A→a does not occur at the same time in both A genes of AA plants to produce aa plants.

The position and the size of the reversed parts in chimerical plants may be determined in connection with the period at which the reversion has taken place in the course of the ontogenic development of individual plants. If the growing point of a panicles or a tiller consists exclusively of reversed cells, the whole panicle will appear as normal, whereas if the reversion occurred at a later period of the panicle formation, only a certain number of flowers thereon may consist of reversed cells. The normal plants shown in Tables 1 and 2 must certainly have been formed originally from the growing point, composed exclusively of reversed cells,

which were situated at certain parts of the bodies of the aberrant plants cf 1934 or later years. No sectorial chimeras composed of glumes of normal and aberrant types were detected.

As to the cause of the considerable difference in the frequency of mutations occurring in different lines, some factor or factors may be responsible, as was pointed out by DEMEREC (1928) and others in some animal and plant forms. These factor or factors might possibly have originated either seminally or somatically in the original aberrants, their parent plant, or in various plants derived from them. Further, some factor or factors may contribute to the determination of the degree of sterility of aberrant plants. It should be borne in mind, however, that the mutability of factors, as well as the degree of sterility, may be influenced rather considerably by external conditions.

(7) APPEARANCE OF A DWARF-GRAINED, FERTILE TYPE FROM A LARGE-GRAINED, PARTIALLY STERILE PLANT

In rice plants, examples of fertile or partially sterile dwarf types which have appeared by gene mutation in the course of sexual reproduction have been reported by AKEMINE (1925), NAGAI (1926 (2)), MIYAZAWA (1935) and others. In some of these types, not only are the culms and panicles shorter than in normals, but also the grains are smaller. In a number of cases, however, the dwarf types are not constant as to their characters, and in the next generation plants of different characters are segregated out (MIYAZAWA 1935).

In the present studies of large-grained, partially sterile plants, a divided individual No. 2, derived from the original aberrant No. 2 was kept in a pot since 1935. This individual, which had only one culm at the beginning, later produced a number of tillers, and in the autumn of 1935, all the culms, leaves, panicles and grains of this plant were observed to be dwarf, showing a marked contrast to other divided individuals. The flowers, moreover, were found to be quite fertile in this dwarf plant. It seems that the original plant body containing aberrant characteristics has perished away. Since in the autumn of 1936, also, the same characteristics were again observed in this plant, seeds obtained from it were sown to enable us to study the next generation.

All the 71 individuals raised from it exhibited the characteristics of the parent plant, indicating that the parent was probably fixed to its characters (Fig. 4 B, C). Thus, a new type may be said to have arisen by a mutation occurring in the somatic cells of a large-grained, partially sterile plant. The height of the plants, measured from the base of the longest tiller to the tip of its panicle, was on the average about 102 cm,

while in the normal plants of "Urasan", it was about 132 cm. The fertility of this new strain was calculated to be 87.9%, basing on 2659 flowers on 15 panicles obtained from 15 individuals; this fertility is therefore almost equal to that in the normal plants of "Urasan". In this



A B C

Fig. 4. A, normal plant; B, dwarf plant; C, a panicle of dwarf plant. A, B ca 1/10, C ca 3/5 natural size.

new type, the time of heading was about two weeks later than that of the normal "Urasan", which takes place in the middle of August. The genetic relations of this type with normals and also with large-grained, partially sterile type will be reported in the forthcoming papers.

4. Summary

(1) A type of large-grained, partially sterile plants that appeared among the individuals of an agronomic variety, "Urasan", of upland rice, *Oryza sativa* L., was recognized as aa, which behaved as a monogenic recessive to normal AA. These aa plants were most probably produced through the segregation from a certain Aa part or parts produced somatically on an AA plant body by the mutation A→a.

(2) These large-grained, partially sterile plants formed somatically a certain number of normal plants and panicles. This is considered to be the results of the reversion of one or two a factors to A in aa plants, producing normal tissues of heterozygous or homozygous nature. More frequently, only a certain number of grains on the panicles of large-grained, partially sterile plants underwent the reversion to normal grain, resulting in chimerical panicles.

(3) In the next generation of large-grained, partially sterile plants, normal individuals appeared through the gene reversion, while in the next generation of homozygous normal plants, large-grained, partially sterile individuals made their appearance also through the gene mutation. The segregation ratio in the next generation of heterozygous normal plants was deranged by analogous reasons.

(4) In the germ cells, both A→a and a→A may occur. In somatic cells, however, the formation of aa parts by mutation A→a occurring in both A factors of normal plants was never observed. In large-grained, partially sterile plants, either the chimerical plants having normal panicles or those having only a certain number of normal grains on aberrant panicles may be formed, according to the position and the period at which the gene reversion a→A has taken place in the course of the ontogenic development of plants.

(5) Frequency in gene reversion differed greatly in different pedigrees, being considerably high in some cases. Reversion a→A does not seem to occur in the sexual reproduction of aa plants that were produced by A→a comparatively recently, while it was frequently observed after the lapse of a long time duration.

(6) The degree of sterility of large-grained, partially sterile plants differs greatly even in different individuals in one and the same clone, indicating the high differentiation of this character among various parts of the original plant body from which this clone has been formed. It also differs much in the various pedigrees raised from seeds.

(7) The degree of fertility of large-grained, partially sterile individuals increases, paralled to the somatic formation of normal grains on their panicles. In the normal panicles produced somatically on large-

grained, partially sterile plants, the fertility of normal plants is recovered at once.

(8) In the mutation of large-grained, partially sterile plants, there may exist besides the chief mutation factor some other factor or factors determining its degree.

(9) A new type of dwarf-grained, fertile plant was produced by a mutation that occurred somatically in a large-grained, partially sterile plant.

5. Literature cited

AKEMINE, M. 1925: Ine ni okeru Waisei no Iden ni tuite (Inheritance of dwarfness in rice plants). Report of the Nippon Gakuzyutu Kyôkwai, **1**.

BEACHELL, H. M., ADAIR, C. R., TODON, N. E., DAVIS, L. L. and JONES, J. W. 1938: Extent of natural crossing in rice. Journ. Amer. Soc. Agronomy, **30**.

DEMEREC, M. 1928: Mutable characters of *Drosophila virilis* I. Reddish-alpha body character. Genetics, 13.

KONDÔ, M. und ONO, M. 1923: Hunentô no Iti-rei ni tuite. (Ueber eine Art von Semisterilität beim Reise). Nôgaku-Kwaihô, No. **250**.

KONDÔ, M. 1927: Ueber die Ergebnisse der Pedigree-Zucht der semisterilen Reispflanzen. Ber. Ôhara Inst. f. landwirtsch. Forsch. **3**.

MIYAZAWA, B. 1935: Studies on mutations in rice. Bull. Miyazaki Coll. Agr. and Forest. No. **7**.

NAGAI, I. 1926(1): Studies on the mutations in *Oryza sativa* L. I. On staminoidal sterile and rolled leaved-mutants. Japan. Journ. Bot. **3**.

———, 1926(2): ditto. II. On awned sterile, compact-panicled and dwarf mutants. Japan. Journ. Bot. **3**.

———, 1926(3): ditto. III. On paleaceous sterile mutants. Japan. Journ. Bot.

———, 1926(4): ditto. IV. On a case of partial sterility. Japan. Journ. Bot.

TAKEZAKI, Y. 1932(1): Nisanno hunen-sei Suitô no Iden. (Inheritance of some sterile plants in paddy rice). I. Kahun-hunentô. (Pollen-sterile rice plants (SA)). Agriculture and Horticulture, **7**.

———, 1932(2): ditto. II. Bubun-hunentô. (Partially sterile rice plants). 1. (HL). Agriculture and Horticulture, **7**.

———, 1933(1): ditto. III. Bubun-hunentô (Partially sterile rice plants). 2. (SS). Agriculture and Horticulture, **7**.

———, 1933(2): ditto. IV. Sin-keitô no Ikusei. (Breeding of new types of rice plants). Agriculture and Horticulture, **8**.

TERAO, H. 1917: On reversible transformability of allelomorphs. Amer. Nat. **51**.

———, 1921: Mutation and inheritance of semisterility in the rice plant. Japan. Journ. Bot. **1**. (also in Japan. Journ. Genetics, **1**).

———, 1922: On mutation in the "large-grained" rice, especially regarding the frequency of allelomorphic transformation. Japan. Journ. Bot. **1**. (also in Japan. Journ. Genetics, **1**.)

Alteration of characters in crop plants induced by X-ray irradiation

By Fuyuwo KAGAWA

With 3 text-figures

(Received January 20, 1939)

In order to study the genetical and cytological behaviours in crop plants as may be brought about by X-ray irradiation, experiments were made in which various doses of irradiation were given to plants at various stages of their growth and development. This paper deals with some of the results that were obtained during these experiments.

Results of experiments and discussions

1. Chlorophyll deficiencies

Secale cereale L. and *Solanum melongena* L.

Seeds of "Yellow kernel rye", an agronomic variety, were placed on a moist filter, and when they began to germinate, X-ray irradiation of the following dosage was given in March, 1934: voltage 60 KV, current 4 ma, time of exposure 15 m, distance from anticathode 30 cm, no filter.

After the treatment, the seeds were sown at once in a field. Although the plants that have emerged from these seeds grew in a normal way in their early period of growth, the majority of them failed to head and perished before the onset of severe hot midsummer, except only a small number of plants where apparently the normal heading and flowering have taken place.

Of the approximately 400 individuals raised from treated seeds, 9 were observed to have the leaves showing green parts with light yellow stripes running longitudinally through the blade (Fig. 1). In the majority of these individuals, only from one to two tillers had such striped leaves, while the leaves of other tillers were normal, and in some plants, however, almost all the tillers showed striped leaves. The ratio of individuals with striped leaves was about 2.3%.

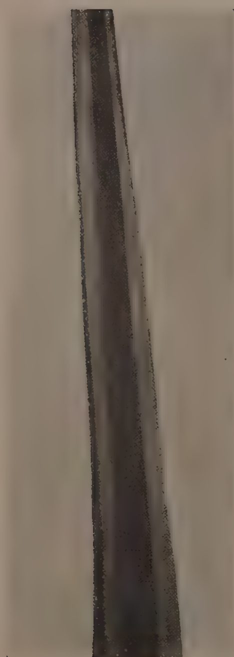


Fig. 1. A striped leaf of rye induced by irradiation.

A similar experiment was made by the writer and Z. TAKAHASHI in an egg plant. The seeds of its agronomic variety "Tokyo forcing" were sown on a moist filter, and when they began to germinate, the following irradiation was given: voltage 50 KV, current 3 ma, time of exposure 25 m, distance from anticathode 30 cm, no filter.

Seeds were sown in soil immediately after the treatment, and out of 65 individuals raised, one was found to have variegated leaves (Fig. 2). This plant had two main branches, on one of which the leaves were normally green, while on the other, the leaves, 8 in all, consisted of green and white parts. The ratio of variegated individual was 1.5%.

Chlorophyll deficient plants have hitherto been raised from X-rayed seeds in tomato (McARTHUR 1934), *Antirrhinum majus* (STUBBE 1930 a, b) and barley (STADLER 1930). In the case of the last named author, only a part of the tillers showed stripes, as in the case of rye of the present writer, the others being normal. In the writer's experiments, the chlorophyll deficient parts of the plants of both species did not produce any seed, so that further studies could not be made. Variegated leaves may be formed, as STADLER (1930) has pointed out, by direct cytoplasmic effect of X-ray treatment.



Fig. 2. Variegated leaves of egg plant induced by irradiation.

Oryza sativa L.

In May, 1934, germinating seeds of "Late Sekitori", an agronomic variety of paddy rice, were placed on dishes and subjected to X-rays: voltage 55 KV, current 5 ma, time of exposure 15 m, distance from anticathode 30 cm, no filter.

After the treatment, the seeds were sown and cultivated in a paddy field in the usual manner. Some of the individuals showed partial sterility, but all the plants, more than 1800, were normally green, no chlorophyll deficient individual having been observed.

In May, 1935, seeds were sown from one partially sterile individual from the preceding year, 34-Individual No. 4, in which the ratio of grain-set was 51% (386 grains from 762 flowers). Of the 290 individuals that have emerged, 11 were either yellow or white in every part of the plant body, so that they soon died out. The ratio of such individuals was 3.7%.

In 1935, from 6 green sister individuals that were derived from 34-Individual No. 4, all of which were partially sterile, seeds were obtained and sown in May, 1936. From 3 individuals no chlorophyll deficient plants were obtained, but from the remaining 3 plants, such were produced.

Regarding these aberrants, two categories could be distinguished, namely, (1) the albinotic, which were pale yellow or white in every part of the plant body from the earliest period of growth after germination, and (2) those which showed in their early period of growth a pale green colour exclusively in the upper part of the sheath of the first leaf, while the other parts were pale yellow or white, although later all the parts became pale yellow or white. Both these types of plants died before they reached the height of about 10 cm.

TABLE 1. Appearance of albinos and partial sterility in the progenies of X-rayed plants.

Individual No. (1935)	Number of flowers	Number of seeds	% of seeds	Next generation (1936)			
				Normal	Albinos	% of albinos	Category of albinos
35-1	1701	674	39.6	305	0	0	
35-3	1710	555	32.5	415	0	0	
35-6	2037	763	37.5	651	0	0	
35-2	1089	392	36.0	100	1	1	(1)
35-5	1838	682	37.1	425	4	0.9	(1)
35-4	880	326	37.0	170	17	9.1	(2)

The chlorophyll deficiency of the second category described above resembled the "Greenish cream" of KANNA (1935) which was a type of

X-ray induced mutants in rice plants, but seemed to be a different one, as in the writer's case the first and second blades did not show any green colour, as was observed in KANNA's materials. Moreover, in the writer's case, instead of cream, almost white was observed at the parts other than those appeared in green. In the following lines, all the chlorophyll deficient plants of the two categories which have appeared in the writer's experiments will provisionally be called albinos. The results obtained are shown in Table 1.

Similar cases are hitherto known in which chlorophyll deficient plants appeared in the next generation of normally green plants that have emerged from X-rayed seeds, for example, in tomato (MCARTHUR 1934) and barley (STADLER 1930).

Chlorophyll deficiency in rice plants has been studied by a number of investigators. IMAI (1935) X-rayed the individuals of a strain of rice plant at about the period of microsporogenesis and flowering, and the individuals obtained from these irradiated panicles were all normally green. In the next generation, however, the plants that showed different modes of chlorophyll deficiency segregated out in a number of pedigrees as monogenic recessives. KANNA (1935) also reported that various types of chlorophyll deficiencies were obtained in rice plants by the influence of X-ray irradiation, all of which were monogenically recessive to green.

On the other hand, IMAI (1934) reported that, in a family of "Wase Sekitori", an agronomic variety of rice plant, which was not X-rayed, albinos and variegated plants appeared as the results of the gene mutation from ordinary green plants having an unstable green gene. The material of the present writer was also "Sekitori", though it was a late variety, contrary to the IMAI's early one ("Wase"). In the writer's case, the ratio of the chlorophyll deficient plants that appeared was about 1–9%, about the same as that obtained by IMAI in his untreated material.

The albinos in the writer's experiments may also be regarded as having arisen, as in IMAI's case, through the gene mutation occurring in green plants. As to the nature of the phenomenon attending the appearance of albinos in the writer's experiments, the following two possibilities may be probable.

(1) The individual in the writer's experiments, in the progenies of which the albinos have arisen, may have belonged to a family in which unstable green gene was contained as in the case of IMAI (1934). In this case, the X-ray treatment cannot be considered as having had anything to do with the appearance of albinos.

(2) We may now turn our attention to the possible participation of irradiation in producing albinos. The material seeds in the writer's experiments were taken from a mixture of progenies of some pure lines that were cultivated at the Totigiken Agricultural Experiment Station.

They were later cultivated in the Experimental Farm of our College under careful management, and during the last several years no albinos were ever found. In 1934, over 1800 individuals that have emerged from X-rayed seeds were cultivated, but not a single albino was detected. These facts seem to be difficult to be explained if we will accept the possibility (1) just mentioned.

It may be conceived, in this connection, that the instability of the green gene may result, under both natural and experimental conditions, in some different way from the normal gene. In view of such, it does not seem unreasonable to suppose that, in the writer's material, the instability of the green gene was induced by X-ray treatment, which may be one of the causes for the unstable condition of the green gene. TOLLENAAR (1934) reported in the case of tobacco, that some unstable genes which have resulted through the X-ray treatment, were possessed by the mutants, although they later reversed to normal genes.

Many examples are known in which mutants that were analogous to individuals occurring in nature were produced by X-ray irradiation. Examples of chlorophyll deficiencies in rice plants, which behave as monogenic recessive to normal green, have been reported by MORINAGA (1932), KONDÔ and KASAHARA (1933), IMAI (1934), MIYAZAWA (1935) and others. And analogous simple recessive genes have been produced by X-ray treatment by IMAI (1935) and KANNA (1935) as already stated. As to the unstable condition of the green gene, there seems no reason why such an occurrence may not be expected.

In the writer's experiments, the individual of 1934, in the progenies of which albinos appeared in 1935 and 1936, produced, as may be seen from the foregoing descriptions, the following three kinds of seeds, namely, (1) those that produced albinos in 1935, (2) those that produced greens in 1935 which threw in the next generation albinos, (3) those that gave greens 1935 which produced also greens in the next generation. Thus, these three conditions with respect to the green colour might have been differentiated somatically in the individual of 1934 under the influence of X-ray treatment.

Similar examples have been reported in barley by STADLER (1928); according to him, the mutants came out in the progeny of only a part of the plant body raised from seed that had been treated by X-rays, indicating that the mutations were somatically produced.

2. DWARF PLANTS

Secale cereale L.

Individuals of "Yellow kernel rye" were grown in pots, and in May, 1934, their spikes were subjected to X-rays, when the primary division

of their pollen grain nucleus was just proceeding before the pollen was shed. The dosage was voltage 50 KV, current 3 ma, time of exposure 5 m, distance from anticathode 30 cm, no filter.

The treated spikes were bagged to prevent cross pollination, and the kernels obtained were sown in the field in the autumn of the same year. The plants that have emerged from these kernels showed no noticeable abnormalities in their external characters during the spring and early summer of 1935. Seeds were obtained from these plants by open pollination, and sown in the field in the autumn of that year.



Fig. 3. In front, at the left, one of the dwarf plants is seen, while at the right, ordinary plants.

Of 60 individuals raised, 2 were found in the spring and early summer of 1936 to be dwarf and abnormal (Fig. 3). They had a large number of tillers, and the leaves were well developed, but their height measured from the top of the spikes was only about 35 cm in the beginning of July, when the sister individuals of this pedigree reached a height of 1 metre or more. Their spikes were smaller than those of normals, and in one of the two individuals, they were of usual structure, but, in the other plant, 3 spikes out of 4 were provided with from one to two branch rachises protruding out from the main one.

The pollen mother-cells of these two dwarf plants were observed in iron aceto-carmine, and 7 apparently normal gemini were found in each plant at the heterotypic metaphase. Remarkable abnormalities were not observed in meiosis, though lagging chromosomes were occasionally met with in the ana- and telophases of both divisions, resulting occasionally in extra nuclei in the tetrad cells.

Such dwarf plants have never been observed for years, although a large number of individuals have been cultivated every season. They may have arisen by the gene mutation as the result of X-ray treatment.

Some examples of the appearance of dwarf plants induced by X-ray treatment are hitherto reported. For example, in *Nicotiana tabacum* var.

purpurea, *N. rustica* var. *pumila* (GOODSPEED and OLSON 1928) and in *Triticum monococcum* (KATAYAMA 1935), dwarf plants appeared among individuals produced from plants whose flower buds or sex cells were X-rayed. In tomato (MCARTHUR 1934), dwarf plants have arisen from normal individuals that had emerged from X-rayed seeds. The examples given by the writer in this paper are of similar nature.

Literature cited

GOODSPEED, T. H. and OLSON, A. R.: 1928. The production of variation in *Nicotiana* species by X-ray treatment of sex cells. Proc. Nat. Acad. Sci. **14**.

IMAI, Y.: 1934. An unstable line of *Oryza sativa* that throws out albinos. Japan. Journ. Gen. **10**.

———,: 1935. Chlorophyll deficiencies in *Oryza sativa* induced by X-rays. Japan. Journ. Gen. **11**.

KANNA, B.: 1935. Chlorophyll deficient rice seedlings induced by X-rays. Journ. Coll. Argic. Tokyo Imp. Univ. **13**.

KATAYAMA, Y.: 1935. Karyogenetic studies on X-rayed sex cells and their derivatives in *Triticum monococcum*. Journ. Coll. Agric. Tokyo Imp. Univ. **13**.

KONDÔ, M. und KASAHARA, Y.: 1933. Hunen-tô Keitô ni situgensesi kosi-tankô-ine ni tukite. (Pale-yellow rice plants perishing in young stage, that appeared from partially sterile pedigrees.). Nôgaku-kenkyû. **21**.

MACARTHUR, J. W.: 1934. X-ray mutations in the tomato. Journ. Hered. **25**.

MIYAZAWA, B.: 1935. Studies on mutations in rice. Bull. Miyazaki Coll. Agric. and Forestry, No. 7.

MORINAGA, T.: 1932. The chlorophyll deficiencies in rice. Bot. Mag. Tokyo. **46**.

STADLER L. J.: 1928. Mutations in barley induced by X-rays and radium. Science, **68**.

———,: 1930. Some genetic effects of X-rays in plants. Journ. Hered. **21**.

STUBBE, H.: 1930, a. Untersuchungen über experimentelle Auslösung von Mutationen bei *Antirrhinum majus*. I. Versuche mit Röntgenstrahlen, ultraviolettem Licht, Temperaturschocks und Zentrifugierungen. Zeitschr. f. indukt. Abst. u. Vererb.-lehre. **56**.

———,: 1930 b. ditto. II. Samen und Keimlingsbestrahlung mit Röntgenstrahlen und Chemikalien. Zeitschr. f. indukt. Abst. u. Vererb. -lehre **56**.

TOLLENAAR, D.: 1934. Untersuchungen über Mutation bei Tabak. I. Entstehungsweise und Wesen künstlich erzeugter Gen-Mutanten. Genetica, **16**.

Chimeras in sweet potatoes

By Fuyuwo KAGAWA

With 11 text-figures

(Received January 20, 1939)

Contents

Page

I. Introduction. 43
II. Chimerical plants consisting of the parts differing in the anthocyan-forming character. 44
1. Appearance of white and partially white storage roots in the red varieties. 44
2. Characters of clones derived from red and white storage roots. 47
3. Histological observations of storage roots and shoots. 49
4. Development of adventitious roots from stems, and that of shoots from storage roots, in connection with the formation of chimeras. 50
III. A chimerical plant consisting of the parts with and without carotin. 52
IV. Literature cited. 54

I. Introduction

The appearance of chimeras with respect to the root colour in sweet potatoes, *Ipomoea Batatas* LAM. is not rare, and, for example, has hitherto been reported by MATUNAGA (1934). Although in most of these cases the chimeras seem to have been produced owing to the difference in anthocyan-forming characters in different parts of the plant body, so far no precise descriptions or detailed study of the phenomenon have been published. In the Experimental Farm of our College also, some examples of such chimerical plants have been found in 1937 and 1938, and they were handed to the present writer for study. In addition to them, a chimerical storage root differing in its nature from those just mentioned, was found, though it was from unknown source, and given to the writer. In this paper, some of the results obtained on these materials are reported. The writer wishes here to express his cordial thanks to the Director of the College Dr. U. YAMAGATA, Prof. T. UTIDA, Mr. S. KUSANO, Assist. Prof. S. UNO and to the members of the staff of the Experimental Farm for their courtesy

II. Chimerical plants consisting of the parts differing in the anthocyan-forming character

1. Appearance of white and partially white storage roots in the red varieties

Sweet potatoes are usually propagated in the temperate zone only by the vegetative method. The young stems which have grown from storage roots harvested in the preceding season, are cut into pieces 20–25



Fig. 1. A chimera of "Kawagoe." Red and white storage roots, ca 3/10 natural size.

cm long, and placed in the soil, the tip of the stem being exposed above the ground. Each stem cutting has some nodes, where numerous adventitious roots appear, and buds formed in its axils develop into shoots.

In two agronomic varieties, "Kawagoe" and "Oiran", in both of which the colour of the surface of storage roots is red, some ones, with white or partially white surface were produced, together with normal red ones.

In "Kawagoe", two plants, in which white storage roots and ordinary red ones were formed from a single stem cutting, were detected in 1937 and 1938. One of these is shown in Fig. 1. These white storage roots were not white in the most strict sense, as they were very lightly tinged with red on some parts of their surfaces.

In "Oiran" also, a similar chimerical plant was found in 1938, and shown in Fig. 2. In the white storage roots of this variety, however, the surface was to a larger extent somewhat more deeply tinged with red than in the whites of "Kawagoe".



Fig. 2. A chimera of "Oiran." Red and white storage roots. Near the upper end of whites, spots of green colour due to chloroplasts are observable, ca 1/5 natural size.

Further, in 1938, one example of chimerical storage root, the surface of which was striped and flecked with red and white, appeared in each of "Kawagoe" and "Oiran" (Figs. 3, 4).

In both varieties, certain parts of stem cuttings, especially the nodes, that had been placed under the soil, showed, when harvested, a red colour, while other parts of the same cutting were white. In the chimerical plant of "Kawagoe" that appeared in 1937, all the white storage roots were confirmed to have come down from the white part of the stem cuttings, and the red ones from their red part. In the chimera of "Oiran" that was found in 1938, one white storage root (W 3 in Fig. 2) was

derived from the white part of the stem cutting, while other white ones came from its red parts. The white storage roots of the chimerical plants of "Kawagoe" in 1938 and the striped and flecked ones in both varieties found the same year were confirmed to have come down from the red parts of the stem cuttings.



Fig. 3. A chimera of "Kawagoe." Red and striped and flecked storage roots, ca 2/5 natural size.

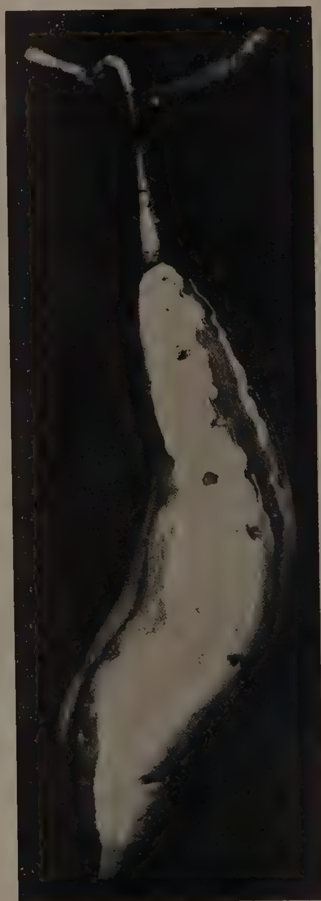


Fig. 4. A striped and flecked storage root of "Oiran", ca 1/2 natural size.

Thus, the white storage roots obtained in "Kawagoe" and "Oiran" appeared irrespective of the colour of that part of the stem where they have originated. In both varieties, the fine roots that were white were

also observed to have been formed from stem cuttings, and these also came either from the red or the white part of the stem cuttings under the ground.

2. CHARACTERISTICS OF CLONES DERIVED FROM RED AND WHITE STORAGE ROOTS

In "Kawagoe", the stem cuttings obtained from the white storage roots and the ordinary red ones from a chimerical plant, as shown in Fig. 1, were grown in 1938, and the characters of the plants in both kinds of clones were examined.

(a) *Storage roots*

The storage roots derived from ordinary red ones were all red, while those derived from whites were all white, as will be seen in Table 1.

TABLE 1. Colour of storage roots derived from ordinary reds and somatically produced white.

Mark of 1937 storage roots in Fig. 1	Number of stem cuttings	1938 storage roots	
		Number	Character
R 1	26	136	Red
R 2	11	95	Red
W 2	22	166	White

As shown in Table 1, the white colour is not altered in propagation by stem cuttings, thus forming here a new strain.

The surface of whites obtained in 1937 was tinged very lightly with red in some places, as already stated. In the whites of 1938, however, similar reddish shade was found to be almost, though not entirely, wanting. The appearance of this shade might have been effected more or less by certain conditions of the season.

The colour of the inner part was light yellow in both the reds and whites in 1938, no difference being detected between them, but their texture, when steamed, was more sticky in the reds than in the whites.

(b) *Shoots*

Comparing the shoots that grew from stem cuttings obtained from red and white storage roots in 1937, some differences were observed in the colour and size of the stems and leaves.

The stems derived from the reds, were, when young, of a fairly deep red colour on their whole surfaces. In the internodes of the old stems, however, the light red colour appeared only on that side which was fully exposed to sunlight, while the other parts were green. But, even in such shoots, deep red colour appeared at the nodes and in the basal parts of branches grown from leaf-axils. The leaves on these stems, which were everywhere deeply purplish red, when young, (Fig. 5, a), later lost gradually this colour, except at the veins and the tips of the petioles.

The stems derived from white storage roots were green everywhere in their young stage. In older stems, however, a light red colour may appear at the nodes, at the bases of the branches grown therefrom, also rarely, at the internodes exposed to sunlight. Stem cuttings placed under the ground very frequently showed a red colour at the nodes, from which white storage roots have issued. Although the young leaves were entirely green (Fig. 5, b), in older leaves, a red shade may appear in the veins, the marginal portions of blades and in the tips of petioles.



Fig. 5. Young stems and leaves of "Kawagoe." a, red strain; b, white strain, ca 2/5 natural size.

As described above, the storage roots, stems and leaves from these two kinds of clones do not show any distinct qualitative difference in their colour, the difference being only quantitative, namely, in the white strain, the red colour appears to a much lesser extent in various parts of the plant than in the red strain.

The leaves in the red and white strains were both heart-shaped, but in the red strain, they were somewhat larger than in the white. The results of measurements made on the lengths of the middle vein are shown in Table 2.

TABLE 2. Size of leaves on shoots derived from cuttings obtained from red and white storage roots.

Mark of 1937 storage roots in Fig. 1	Length of middle vein (cm)											
	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0	11.5	12.0	
R 1				1	10	24	32	23	16	11	3	n = 120
W 2	4	8	18	26	34	24	22	12	2			n = 150

3. Histological observations of storage roots and shoots

(a) *Storage roots*

In ordinary young roots of "Kawagoe", red anthocyan was contained in one to two subepidermal layers as well as in the epidermis itself, and the red colour was lighter in the latter than in the former. In thick old roots, however, where the epidermis was lacking, there were at their surface layers of peridermal cells originating from the outer part of the cortex, and anthocyan was contained in one to several layers of these cells. The older cells of the periderm become empty and their cell membrane becomes brownish and later they are shed off as dead cork cells. Rarely, light anthocyan was observable to be contained in some layers of the parenchymatous cells of the cortex below the periderm.

Although the histological features of the ordinary red roots of "Oiran" were similar to those described in reds of "Kawagoe", in the former anthocyan was more frequently observed to be contained in the deeper parts of the cortex, and moreover, occasionally even in the centre of the root, 4–5 cm from the surface. The cells containing anthocyan were arranged in groups in the deeper cortex and in the inner tissues.

In "Kawagoe" and "Oiran", anthocyan was entirely absent from the cells of the various tissues in the purely white parts of the white storage roots. In the part, where light red shade made its appearance, very light anthocyan was contained in a smaller number of layers of cells than in ordinary reds at the corresponding positions. In the whites of "Oiran", cells containing light anthocyan may be found at greater depths than in "Kawagoe", occasionally reaching a depth of about 10 cell-layers under the periderm. In such cases, the cells that contain anthocyan were found in groups, the same as in ordinary reds.

(b) *Shoots*

In the ordinary reds of "Kawagoe" and "Oiran", the red colour of the stem was due to the anthocyan which is contained mainly in the subepidermal layers of the cortex. Light anthocyan was also found in the epidermis. Although the number of subepidermal cell layers containing anthocyan was usually from one to two, it occasionally reached several layers, for example, at the nodes where the deep red colour appeared. In the green parts of old stems of both varieties, all the cells may lack anthocyan.

In the whites of "Kawagoe", the green parts of the stems may lack anthocyan in all their tissues, but where the parts were red, light anthocyan was contained in a small number of cell layers in such tissues corresponding to those mentioned in connection with ordinary reds.

In the red part of the stems of both the red and white strains of "Kawagoe" that had been placed under the ground, anthocyan was found in the cells at positions corresponding to those of such cells in ordinary stems. In the white parts of the same stem, anthocyan may be entirely lacking in all the tissues, though not always.

In "Kawagoe", the red colour in the leaves of ordinary reds was mainly due to the anthocyan contained in one to two layers of mesophyll cells beneath the upper and lower epidermis. Light anthocyan was also observable in both epidermis.

In the whites of "Kawagoe", young leaves may not show any cells containing anthocyan, although in some cases it was not entirely wanting. In the latter case, the number of cells or cell layers containing anthocyan was less in the corresponding positions than in the ordinary reds of this variety, and their red colour was also less intense.

As described above, the ordinary reds and whites of "Kawagoe" do not show any distinct qualitative difference of the colour as recognizable with naked eyes, and the difference with respect to the appearance of anthocyan is only quantitative.

4. Development of adventitious roots from stems, and that of shoots from storage roots, in connection with the formation of chimeras

In the ordinary red strains of "Kawagoe" and "Oiran", it was observed that the adventitious roots, which later develop into storage roots, emerge from the pericycle of stem cuttings. In the pericycle of stems, there was no anthocyan, even in the red strains, but in the young adventitious roots which were yet in course of development within the tissues of the mother stem, anthocyan was already formed in their dermatogen and in the cells up to several layers beneath it.

In view of these facts, the following may be cited as the causes of the formation of white storage roots in the red varieties.

(1) In the original cell or cells in the pericycle of the stems from which the adventitious roots were formed, the mutation took place somatically with respect to the factor or factors for the formation of anthocyan. Thus, adventitious roots, in which the formation of anthocyan is greatly reduced, were produced, and developed to storage roots. On the other hand, the striped and flecked storage roots may have been derived from both the ordinary and mutated cells in the pericycle.

(2) It is also possible that the growing points of the adventitious roots were composed at first of ordinary cells only, and that a mutation occurred later during the meristematic somatogenesis in the cells from which the epidermis, the cortex and the inner tissues were later derived.

If such mutations occurred in every original cell from which the tissues under consideration were formed, the result may be white storage roots, but if it occurred only in certain cells, the result will be striped and flecked roots.

At all events, a genetic constitution for the production of colour that is present either in the cells of the pericycle of the stem or in the meristem of the adventitious roots produced therefrom, is the cause of its appearance in the storage roots, and it is not determined by the colour of the surface of the stem cuttings. Moreover, the white parts of stem cuttings that had been placed under the ground ought generally be due to the physiological conditions of the stems, which prevented the formation of anthocyan, and have nothing to do with the mutation of the factor or factors with respect to the anthocyan. Thus, it is natural to observe that the colour of parts of stem cuttings that is caused by anthocyan in the epidermal and subepidermal layers, has no bearing upon the colour of the roots that will arise from these parts. But, in some cases, where white roots develop from the white parts of the stem cutting, the possibility, that the range of the cells in which the mutated character is contained extended as far as the outer part of the cortex and the epidermis of stem, might not be excluded.

Next, we shall turn to the characters of shoots that may be obtained from striped and flecked storage roots. The cause of the red colour of the surface of storage roots is, as already stated, the anthocyan contained in the periderm and in a number of cell layers beneath it. From the storage roots, shoots were observed to issue from their pericycle or deeper part of cortex, and in striped and flecked storage roots, two kinds of tissues differing with respect to the colour formation may possibly be arranged in a complex manner, both superficially and at deeper positions in the tissues. Therefore, it can not be expected in striped and flecked storage roots, that all shoots which may come from their red or white surface are red or white respectively. On the other hand, the shoots that appear from the red surface may have a white character, while, on the contrary, the shoots from the white surface may present a red one, provided that the tissue whence they come is composed of cells of such character respectively.[1]

As already described, the size of the leaves as well as the texture of the storage roots differ in the ordinary red and white strains of "Kawagoe". From these facts, it may be concluded that the mutation of a factor or factors with respect to the colour was accompanied by that for

(1) In fact, in a striped and flecked storage root of "Kawagoe", 6 red shoots appeared in 1939 from its red surface, while one such shoot came out from its white surface.

the size of the leaves and the texture of the roots. It is also possible that some of these characters may be determined by a factor or factors that behave pleiotropically.

III. A chimerical plant consisting of the parts with and without carotin

In 1938, a chimerical storage root that is different in its nature from those above mentioned was found. Its origin and the name of agronomic variety to which it belonged were unknown, and it was delivered to the writer in a not complete form, having been cut and sliced at its various parts.

On the surface that was remaining, a red colour resembling that of "Kawagoe" was observed. Beneath the red surface, two kinds of tissues



Fig. 6. Cross section of a chimerical storage root consisting of the parts with and without carotin. A, part in carrot colour; B, that in light yellow. Dark spots in both parts are the cells of vascular bundle, ca 9/10 natural size.

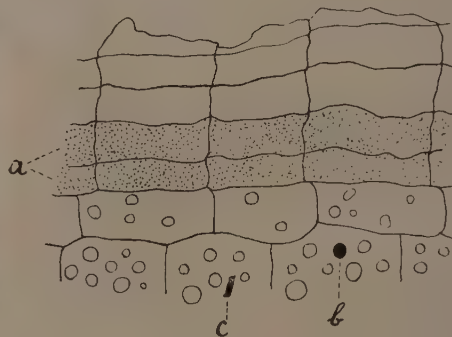


Fig. 7. Transverse section of storage root at its surface, below which a carrot colour is shown. a, peridermal cells containing anthocyan; b, a starch grain containing carotin; c, a crystal of carotin. ×300.

differing in their colour were found, reaching in various shapes as far as the central part of the storage root (Fig. 6). In one of them, a light yellow colour resembling that of the corresponding tissues in "Kawagoe" was observed, while in the other, the colour was just the same as that of roots of carrots.

The histological observation showed that, anthocyan was contained usually in one to three layers of peridermal cells, about the same as observed in "Kawagoe" (Fig. 7). In parenchymatous cells of the cortex and inner tissues of the part showing a carrot colour, there

were observed a number of crystals, the forms of which were rhombic, triangular, oblong, needle-shaped, etc., (Figs. 7, 8, 9), as well as the starch grains in which a carrot colour appeared in various manners (Figs. 7, 8, 10). Some of the starch grains showed a carrot colour in their whole body (Figs. 7, 8), while in some others, such colour appeared at one side or periphery of the grain, or in the shape of a band running through the central part of the grain (Fig. 10).

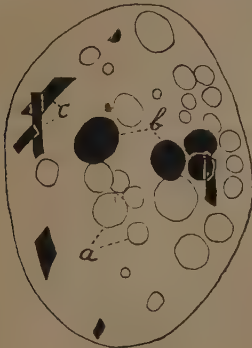


Fig. 8



Fig. 9

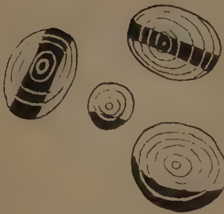


Fig. 10

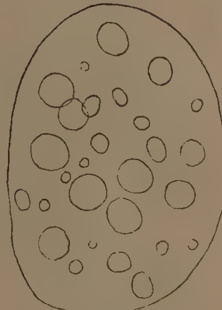


Fig. 11

Figs. 8–11. ×300. 8, a parenchymatous cell in the cortex showing a carrot colour. a, ordinary starch grains; b, starch grains containing carotin in their whole bodies; c, crystals of carotin; 9, various shapes and sizes of crystals of carotin; 10, starch grains containing carotin in various manners; 11, a parencymatous cell in the cortex showing light yellow, containing only ordinary starch grains.

In the part showing light yellow colour, however, such contents presenting a carrot colour were never found in the parenchymatous cells in the corresponding tissues (Fig. 11).

The microchemical examination has indicated that the crystals were found to be almost insoluble in cold alcohol, not easily soluble in acetone,

but easily so in benzene, chloroform, carbon disulphide, and that they changed to dark blue by means of concentrated sulphuric and nitric acids, hydrochloric acid-phenol and hydrochloric acid-thymol. From these results, it is concluded that they are crystals of carotin.

Carotin will be accumulated at first in leucoplasts, later being crystallized out. Starch grains are also produced originally in leucoplasts, and in a number of cases, carotin is contained in starch grains, as shown in Figs. 8 and 10.

As to the cause of the production of such chimerical storage root, it may be inferred that, a factor or factors for the formation of carotin were brought about by the mutation in a cell or cells at the pericycle of the stem cutting or in the meristem of the adventitious root, and that from these mutated cells as well as from ordinary ones this storage root was formed. From the shoots that will grow out from this storage root, a new strain showing carrot colour in its roots will be obtained.

IV. Literature cited

MATUNAGA, K.: 1934. Kansyo no Sin-hinsyu Ikusei Siken. (Breeding experiments of sweet potatoes). Agriculture and Horticulture, **9**.

The effect of abnormal temperature on the course of pollen formation in a genus hybrid *Triticum compactum* × *Secale cereale*

By Fuyuwo KAGAWA

With 1 photomicrograph, 14 text-figures and 5 tables

(Received January 20, 1939)

1. Introduction

It is reported by several investigators, that the meiotic courses of pure species of plants may be affected by abnormal temperature and other conditions of environment, resulting in the formation of abnormal pollen grains, often containing the reduplicated chromosome sets. These abnormal pollen grains may play some important rôle in the formation of new types.

If analogous cytological behaviours may be brought about artificially in the F_1 of species- or genus hybrids by treatment with abnormal temperature, producing pollen grains with somatic content of chromosomes, such treatment may have a considerable significance in the production of amphidiploid forms that are constant. Consequently the artificial application of abnormal temperature to these hybrids may become an important method of plant breeding.

Basing on such a view, the present writer made some experiments with high and low temperatures on F_1 hybrids of *Triticum compactum* Host ($n = 21$) × *Secale cereale* L. ($n = 7$), and the results obtained are reported in this paper.

2. Material and method

The diploid chromosome number of F_1 was observed to be 28 in the PMC of 3 individuals, called 35-Individual Nos. 57, 72 and 81 respectively, which were mainly used in the present investigations.

The culms with spikes, in which the meiosis was expected to be proceeding in the PMC, were cut at 7 pm on May 9, 1935, and inserted in water in flasks, which were immediately placed in a thermostat of 4°C and kept there for 39 hours, and then placed in a thermostat of 30°C for 7 hours, after which the spikes were fixed at once.

The culms for the control which were cut off at the same time as in the treated materials, were inserted in water, and kept in shade under the laboratory temperature 12°–18°C until finally they were fixed, at the same time as the treated materials. Owing to cloudy weather then prevailing, the daily temperature amplitude was small.

Since in one individual, 35-Individual No. 57, the control material showing the necessary periods of meiosis could not be fixed at the same time as the treated one, the culms which were cut from it the next day were inserted in water, and kept in the laboratory for the same length of time as treated material before fixing, and from this individual, spikes were also fixed in the field in different days for the sake of control.

The last mentioned two kinds of control materials might not be accepted as controls in the most strict sense as those obtained from the other two individuals, inasmuch as the conditions of temperature, light, moisture, etc., which had acted on the plants before fixing were not exactly the same as in those for treated material. But, these may be used as controls in the wider sense.

In order to compare the proportion of dyad cells that may be observed at the tetrad stage, the treated materials obtained from 35-Individual Nos. 72 and 81, and as controls the materials fixed at the same time (35-Individual No. 72), as well as those fixed in different days in the field (35-Individual No. 81) were used. From 35-Individual No. 57, no treated PMC showing the tetrad stage could be obtained, so that, from this plant, only the control materials were obtainable from the culms, that were cut and inserted in water on the day next to that on which the treated culms were cut in other individuals. Besides, from this individual, PMC fixed on different days in the field were also used as controls.

For fixing the anthers, CARNOY's fluid was exclusively used, fixed materials being preserved in 70% alcohol, and later observed in iron aceto-carmine. In making the preparations, each anther was placed under a different cover glass, and the treated and control materials were compared with the anthers that showed similar range of meiotic phases.

In addition to the above, the matured anthers from 28 F_1 individuals in the field were also fixed and preserved with lactic acid, and the percentage of pollen grains that were giant and yet perfect in their structure was determined, the results of which will be discussed later on in connection with those obtained in the study of meiosis.

3. Results of experiments and discussions

Since the pollen formation in F_1 of *Triticum compactum* × *Secale cereale* as observed in materials fixed in the field has already been re-

ported by the present writer and CHIZAKI (1934), their description will be omitted in the present paper.

Although in the experiments dealt with here, the culms were cut, inserted in water, and kept in the laboratory for some length of time, the meiotic behaviour in the control anthers did not show any notable difference or deviation, compared with those observed in material fixed in the field.

In treated material, the meiotic behaviours resulting in the formation of diploid pollen grains, which might have an important bearing on the formation of amphidiploid forms, were observed much more frequently than in the controls. The meiotic mechanisms leading to such result

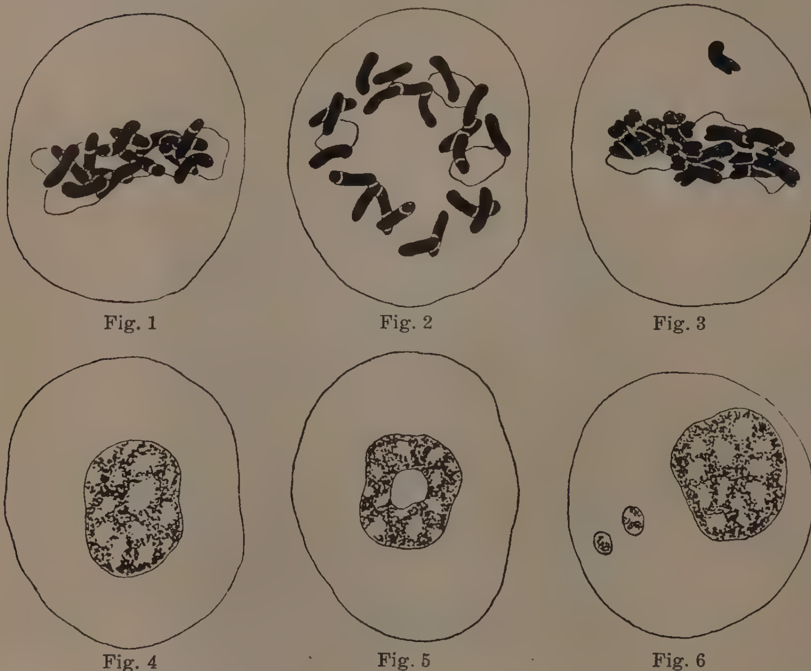


Photomicrograph 1. Non-reduction. In a number of PMC, all chromosomes are located on equatorial plane as univalents, × ca 220.

were classified into the following three categories, viz. (1) the non-reduction, (2) the formation of restitution nuclei and (3) the formation of a single large nucleus in one of the two cells formed by the first division, the other cell having no chromatic content at all. Since in each of the cases above indicated, the further process of division goes on, the diploid pollen grains are produced. Besides these three categories of chromosome behaviour, the meiotic features more or less approximating them were frequently observed.

In order to present quantitatively the frequencies of the appearance of the above described meiotic mechanisms, the following classification of the PMC was made.

A: Typical non-reduction (Fig. 1[1] and photomicrograph 1). All the chromosomes constituting the equatorial plate present themselves as univalents in the first division. Occasionally, all the chromosomes are located on the equatorial plane in the form of a ring, the central part being unoccupied (Fig.



Figs. 1-6. F_1 *T. compactum*×*S. cereale.* ×1200. 1, non-reduction. All chromosomes are located on equatorial plane as univalents. Side view; 2, ditto. Chromosomes are located in a form of ring. Polar view; 3, one univalent chromosome is seen away from equatorial plane, while all others locate themselves on it as univalents. Side view; 4, restitution nucleus of an ordinary shape; 5 ditto of a ring shape; 6, two small chromatic clumps are seen away from the main nucleus reconstructed in an ordinary shape.

2). Each chromosome becomes split lengthwise, and the split halves pass to different poles, forming two diploid nuclei. Each of the two cells thus formed develops into a diploid pollen grain.

---

(1) In the Figs. in the present paper, only the chromosomes that were separated from one another and observable very distinctly are drawn. For the complete meiotic figures, see KAGAWA and CHIZAKI (1934).

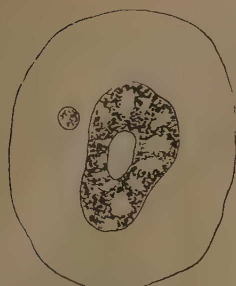
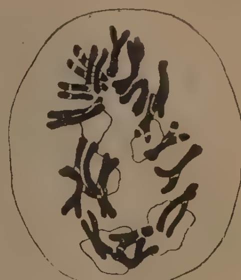
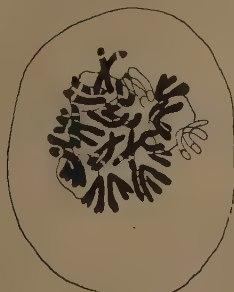

Fig. 7


Fig. 8


Fig. 9


Fig. 10

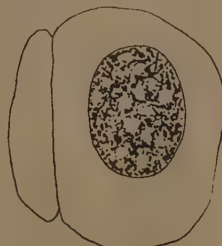

Fig. 11


Fig. 12


Fig. 13


Fig. 14

Figs. 7 14. F_1 *T. compactum*×*S. cereale*. ×1200. 7, one small chromatic clump is located at some distance from the main nucleus reconstructed in a form of ring; 8, metaphase of division of restitution nucleus of ordinary shape. Side view; 9, ditto of a ring shape. Oblique view; 10, metaphase of restitution nucleus resembling Fig. 8, but two chromosomes shown in white are seen away from equatorial plane. Polar view; 11, all chromosomes are contained in a nucleus in one of the two cells formed by first division, while in the other, no chromatic content is observed; 12, metaphase of division of the nucleus corresponding to that shown in Fig. 11; 13, almost all chromosomes are contained in a nucleus in one of the cells formed by first division, while in the other, a small chromatic clump is observable; 14, telophase of division of PMC corresponding to Fig. 13.

A′: Chromosome features approaching A (Fig. 3 and photomicrograph 1). One or two univalent chromosomes locate themselves away from the equatorial plate.

B: Typical restitution nuclei (Fig. 4). Occasionally, they are ring-shaped, the central part of the nucleus having no chromatic content (Fig. 5). The division of the restitution nuclei gives rise to two diploid pollen grains.

B′: Chromosome features approaching B (Figs. 6, 7). One or two chromosomes, or small clumps of chromosomes, are located away from the main nucleus that was reconstructed.

C: Typical metaphase of the division of restitution nuclei (Figs. 8, 9). All the chromosomes form together an equatorial plate.

C′: Chromosome features approaching C (Fig. 10). One or two chromosomes are observable at some distance from the equatorial plate.

D: Formation of a nucleus, containing all the chromosomes of the PMC in one of the two cells formed by the first division, while in the other cell no chromatic content is observed (Fig. 11). Some such nuclei were observed in the course of their succeeding division (Fig. 12.) From such division, two diploid pollen grains are produced.

D′: Chromosome features approaching D (Fig. 13). One of the two cells formed by the first division, which is entirely empty in the case of D, contains one or two chromosomes or very small clumps of chromosomes. In some cases, the second division was seen to go on in both of the two cells formed by the first division (Fig. 14).

In consideration of the order of the phases of meiosis, chromosome features A,A′–D,D′ were estimated to appear approximately at the following phases.

A and A′: First metaphase.
B and B′: First anaphase and telophase, interphase.
C and C′: Interphase, second metaphase.
D and D′: First telophase, interphase, second metaphase, anaphase and telophase.

Consequently, the anthers showing (1) exclusively diakinesis or tetrad, (2) mostly diakinesis, and some in the first metaphase and (3) mostly second anaphase and telophase approaching the tetrad stage, escaped our observation.

TABLE 1. Frequency of observing chromosome features which may form diploid pollen grains

Experiments	Preparates No.	Diakinesis	I-metaphase	A	A′	I-anaphase I-telophase Interphase	B	B′	I-telophase Interphase II-metaphase	C	C′	I-telophase Interphase II-metaphase II-anaphase II-telophase	D	D′	II-metaphase II-anaphase II-telophase	Tetrad	PMC other than A, A′, B, B′, C, C′, D′ D′	Sum of A, A′, B, B′, C, C′, D, D′	Sum of A, B, C, D
Treated 35-Individual No. 81	1					338	31	11	—			—	11	3			338	56	42
	2					287	110	12	—			—	7	3	7	3	297	132	117
	3		7	37	8	102	36	1	176	75	6	180	11	6	112		221	180	159
	4		10	9	7	228	255	23	—	11	15	—	2				238	322	277
	8		72	47	51	212	270	28	—	13	34	—	6				284	449	336
	9					253	348	50	—	1	1	—	17	5			253	422	366
	10		5	6	1	292	58	12	390	14	4	424	48	10	147	8	452	153	126
	11		53	83	90	254	101	18	—	3	1	—	1				307	297	188
	12		1			312	68	14	316	1	1	328	30	8	21		334	122	99
	13		3	5	2	213	21	3	194	71	16	204	56	18	80		296	192	153
	14					271	21	4	—			—	4	1			271	30	25
	15					562	36	4	—			564	14		2	17	581	54	50
	16		9	4	8	276	250	25	255	4	4	257	17	5	9		294	317	275
	17					358	74	2	359			360	18	1	3		361	95	92
Total	I	0	160	191	167	3,958	1,679	207	1,690	165	31	2,317	194	48	381	28	4,527	2,821	2,305
	II[1]		518			5,844			1,886			2,559					7,348[2]		
% to total	II			36.1	32.2		28.7	3.5		8.7	1.6		7.6	1.9				38.4	31.4
Control 35-Individual No. 81	1		49		1	199		5	250			260			75	1	324	6	0
	2		1		3	525	5	9	526			—		2	10		536	19	5
	3		99	1	6	288	1	2				—					387	10	2
	4		—			283			329			—	1	1	46		329	2	1
	5		—	1		240			243			246	1		6		246	2	2
	6		36		1	492	8	8	486			488		1	30		558	18	8
	7		132	8	34	447	7	18	360		3	—			1		580	70	15
	8		—			376			395			430	3	4	54	14	444	7	3
	9		44	1	6	497		12	501			504		4	15		556	23	1
	10		—	1		251	1	2	287			358		2	107	60	418	6	2
	11		2		1	465	1	1	471			476			12		479	3	1
	13		261	9	74	521	19	19	437			—	1	3	2		784	125	29
	14		418	6	40	33						—					451	46	6
Total	I	0	1,042	27	166	4,617	42	76	4,285	0	3	2,762	4	11	358	75	6,092	337	75
	II[1]		1,235			4,735			4,288			2,777					6,429[2]		
% to total	II			2.2	13.4		0.9	1.6		0	0.7		0.1	0.4				5.2	1.2

1) Sum of the three numbers in Total I in each section.
2) Sum of the numbers of A,A′, B,B′, C,C′, D,D′, and those of PMC excepting them, e.i. the total number of PMC that were observed.

TABLE 2. Frequency of observing chromosome features which may form diploid pollen grains.

Experiments	Preparates No.	Diakinesis	I-metaphase	A	A′	I-anaphase I-telophase Interphase	B	B′	I-telophase Interphase II-metaphase	C	C′	I-telophase Interphase II-metaphase II-anaphase II-telophase	D	D′	II-metaphase II-anaphase II-telophase	Tetrad	PMC other than A, A′, B, B′, C, C′, D, D′	Sum of A, A′, B, B′, C, C′, D, D′	Sum of A, B, C, D
Treated 35-Individual No. 72	1		—			16	2		270			379	5	1	363		379	8	7
	4		170	11	49	371	7	4	—			—					541	71	18
	6		2	1	2	168	7	4	322	5		335	1	3	170		340	23	14
	7		—			10	4	3	87			285			275	25	310	7	4
	8		165	8	21	11		1	—			—					176	30	8
	9		—		1	47		1	157			178		2	131		178	4	0
	10		10	1	1	143	1	2	214	8		402	2	2	275	8	436	17	12
	11		7	3	4	38	1	2	120	4		395		2	371	23	439	16	8
	12		3	4	5	78			313	6		650	2	1	573	7	661	18	12
	13	1	213	15	50	242	1		—	1		—					456	67	17
	15		—			33			67			231			198	70	301	0	0
	16		278	23	84	243	1	2	—			—					521	110	24
	17		6	1	1	385	12	11	313			414	1	1	26		427	27	14
	18		—	1		217	3	2	319			—	1	1	102		319	8	5
	19		—		1	303	8	8	440			449	4	4	146		449	25	12
	20		241	27	48	145	8	5	—			—					386	88	35
	21		20	1	10	288	5	7	308			—	1		32		340	24	7
Total	I	1	1,115	96	277	2,738	60	52	2,930	23	0	3,718	15	16	2,662	133	6,659	543	197
	II[1)]		1,488			2,850			2,953			3,749					7,202[2)]		
% to total	II			6.5	18.6		2.1	1.8		0.8	0		0.4	0.4				7.5	2.7
Control 35-Individual No. 72	1		—			240			334			353	1		114		354	1	1
	2		63		1	357			351			—		1	3		423	2	0
	3		97		1	352			—			—		1			449	2	0
	4		2			295	1		368			376		1	82		379	2	1
	5		—			303			527			609		1	306	7	616	1	0
	6		2			648	1	2	663			667		1	25		675	4	1
	7		8		1	318			339	3		344		2	46		372	6	3
	8		16		1	419			400			—			11		446	1	0
	9		370		1	34			—			—					404	1	0
	10		—			234	1		285			297		1	63		297	2	1
	12		40		1	74			35			—			1		115	1	0
Total	I	0	598	0	6	3,274	3	2	3,302	3	0	2,646	1	6	651	7	4,530	23	7
	II[1)]		604			3,279			3,305			2,653					4,553[2)]		
% to total	II			0	1.0		0.1	0.06		0.09	0		0.04	0.2				0.5	0.2

1), 2). cf. the foot note in Table 1.

TABLE 3. Frequency of observing chromosome features which may form diploid pollen grains.

Experiments	Preparates No.	Diakinesis	I-metaphase	A	A′	I-anaphase I-telophase Interphase	B	B′	I-telophase Interphase II-metaphase	C	C′	I-telophase Interphase II-metaphase II-anaphase II-telophase	D	D′	II-metaphase II-anaphase II-telophase	Tetrad	PMC other than A, A′, B, B′, C, C′, D, D′	Sum of A, A′, B, B′, C, C′, D, D′	Sum of A, B, C, D
Treated 35-Individual No. 57	1		20	14	7	100	57	19	102	4		—	3	2	5		125	106	78
	4		7	5	5	170	23	7	307	7		432	1	1	294	4	475	49	36
	5		448	58	85	11	5		—			—					459	148	63
	7		2	7	11	158	36	20	216	10		276		2	126		286	86	53
	8		5	3		132	29	15	200	10		249	4		125	2	264	61	46
	9		21	5	17	234	25	7	266	1		272	1	2	53		308	58	32
	10		2	11	4	73	45	15	95	1		100	1	1	27		102	78	58
	12		23	15	16	243	46	23	230			231	5	3	11		277	113	66
	13		42	17	20	209	44	7	217	1		222	11	3	37		288	103	73
	15		10	3	6	205	29	20	304	1		315	18	18	125		340	95	51
	16		1	3	6	177	30	12	534	5		574	18	14	401		579	88	56
Total	I	0	581	141	177	1,712	369	150	2,471	40	0	2 671	59	44	1,204	6	3,503	985	612
	II[1]		899			2,231			2,511			2,774					4 488[2]		
% to total	II			15.7	19.7		16.5	6.7		1.6	0		2.1	1.6				21.9	13.6
Control 35-Individual No. 57[3]	1		174	3	15	69	22	15	—	2		—					243	57	27
	2	4	393	7	18	4	1		—			—					401	26	8
	3		188	21	44	177	33	17	184	3		186	1		24		389	119	58
	4	2	393	2	15	7			—			—					402	17	2
	5	63	201	5	13	81	6	7	—			—					345	31	11
	7	3	105	4	8	153	16	13	—	3		—					261	44	23
	9	1	28	16	23	120	46	23	—			—	1	1			149	110	63
	10		—	1		93	9	9	184			226	4	4	134	3	230	26	13
Total	I	73	1,482	59	136	704	133	84	368	3	0	412	4	4	158	3	2,420	430	205
	II[1]		1,677			921			371			420					2,850[2]		
% to total	II			3.5	8 1		14.4	9.1		0.8	0		1.00	1.00				15.1	7.2
Control 35-Individual No. 57[4]	1		50	2	1	111	1	1	142			168			68	1	230	5	3
	2		150		2	146	2	2	136			—			8		304	6	2
	3		15		3	148	4	2	207			235			96	3	262	9	4
	4		398	2	1	164	11	9	—			—					562	23	13
	6		3			606	6	7	778			—		2	186		795	15	6
	7		13	2	3	525	35	47	546			547	2	1	52		590	90	39
	8		109	7	14	306	26	19	253	2		—	1	2	6		421	71	36
Total	I	0	738	13	24	2,006	85	87	2,062	2	0	950	2	1	416	4	3,164	219	103
	II[1]		775			2,178			2,064			953					3,383[2]		
% to total	II			1.7	3.1		3 9	4.0		0.1	0		0.2	0.1				6.5	3.0

1), 2). cf. the foot note in Table 1.
3). Culms were cut on the day next to that on which the culms of treated materials were cut.
4). Fixed under the natural condition in the field.

TABLE 4. Frequency of observing dyad cells.

Individual No.	Experiments	Preparates No.	Number of tetrad cells	Number of dyad cells	Total	% of dyad cells to total
35-Individual No. 81	Treated	1	1,160	88	1,248	7.1
		2	764	100	864	11.5
		3	520	24	544	4.4
		4	212	38	250	15.2
		Total	2,656	250	2,906	8.6
	Control[1)]	1	1,960	36	1,996	1.8
		2	2,088	72	2,160	3.3
		3	1,540	2	1,542	0.1
		4	1,510	18	1,528	1.2
		5	1,448	4	1,452	0.3
		6	1,008	6	1,014	0.6
		7	1,560	38	1,598	2.4
		8	1,866	24	1,890	1.3
		9	1,928	32	1,960	1.6
		10	1,948	28	1,976	1.4
		Total	16,856	260	17,116	1.5
35-Individual No. 57	Control I[2)]	1	492	10	502	2.0
		2	644	10	654	1.5
		3	1,080	16	1,096	1.5
		4	1,120	12	1,132	1.1
		5	1,326	28	1,354	2.0
		Total	4,662	76	4,738	1.6
	Control II[3)]	1	1,488	6	1,494	0.4
		2	712	10	722	1.4
		3	1,660	8	1,668	0.5
		4	988	14	1,002	1.4
		5	264	4	268	1.5
		6	760	2	762	0.3
		7	780	2	782	0.3
		8	424	6	430	1.4
		Total	7,076	52	7,128	0.7

1), 3). Fixed under the natural condition in the field.

2). Culms were cut on the day next to that on which the culms of treated materials were cut.

TABLE 4. (*Continued*)

Individual No.	Experiments	Preparates No.	Number of tetrad cells	Number of dyad cells	Total	% of dyad cells to total
35-Individual No. 72	Treated	1	1,540	18	1,558	1.2
		2	600	34	634	5.4
		3	200	16	216	7.4
		4	480	28	508	5.5
		5	544	22	566	3.9
		6	300	8	308	2.6
		7	718	16	734	2.2
		8	756	20	776	2.6
		9	806	54	860	6.3
		10	1,410	36	1,446	2.5
		11	1,052	30	1,082	2.8
		12	648	30	678	4.4
		13	476	32	508	6.2
		Total	9,530	344	9,874	3.5
	Control	1	1,164	2	1,166	0.2
		2	1,303	2	1,306	0.2
		3	1,354	4	1,358	0.3
		4	1,306	4	1,310	0.3
		5	780	2	782	0.3
		6	1,212	4	1,216	0.3
		7	2,280	2	2,282	0.09
		8	1,200	2	1,202	0.2
		9	2,324	0	2,324	0.0
		10	2,516	8	2,524	0.3
		11	1,926	8	1,934	0.4
		12	1,228	8	1,236	0.6
		Total	18,594	46	18,640	0.3

The results of comparing the treated and control materials by the method above described are shown in Tables 1–3. In these Tables, the numbers of PMC of the first telophase are added to those of the interphase and second metaphase, with respect to the phases of meiosis at which C and C′ make their appearance, since in the classification of PMC. the first telophase and interphase were placed in one group for the sake of convenience. So that, the actual proportion of C and C′ may become somewhat larger than that shown in the Tables, if the numbers of PMC showing first telophase were excluded. In the Tables, – denotes that the phase, or some of the phase, corresponding to the heading at the upper end of the longitudinal columns in the Tables, were not found in the

anther. For this reason, the numbers in the horizontal columns with the mark - were omitted in calculating the sum and the average of the PMC under consideration.

Next, the percentage of dyad cells produced from treated and control spikes was calculated, since dyad cells may be formed from A, B and C, and probably from A′ and B′ as well as C′. From D too, large cells, resembling dyad cells, were formed, and these were classified though provisionally as dyad cells. The tetrad stage derived from D′ was, however, omitted in counting the dyad cells. For materials, anthers were used in which almost all the PMC were in the tetrad stage, where some tetrads were already separated from one another as young pollen grains. In F_1 plants of *T. compactum* × *S. cereale*, the number of pollen grains formed from a PMC was usually 4, occasionally 2, 3, 5 or 6. In the present experiments, the number of PMC showing the tetrad stage was counted, and this was multipled by 4, in view of the fact that usually 4 microspores will issue from one PMC. This product may indicate the approximate number of all the pollen grains that were produced. On the basis of this number, the percentage of dyad cells was calculated, and the results

TABLE 5. Frequency of observing chromosome features which may form diploid pollen grains and dyad cells.

(Summary of Tables 1–4).

Individual No.	Experiments	A	A′	B	B′	C	C′	D	D′	% of the sum of A, A′, B, B′, C, C′, D, D′ to the total number of PMC	% of the sum of A, B, C, D to the total number of PMC	% of dyad cells to the total number of pollen grains
35-Individual No. 81	Treated	36.1	32.2	28.7	3.5	8.7	1.6	7.6	1.9	38.4	31.4	8.6
	Control	2.2	13.4	0.9	1.6	—	0.7	0.1	0.4	5.2	1.2	1.5[1]
35-Individual No. 72	Treated	6.5	18.6	2.1	1.8	0.8	—	0.4	0.4	7.5	2.7	3.5
	Control	—	1.0	0.1	0.06	0.09	—	0.04	0.2	0.5	0.2	0.3
35-Individual No. 57	Treated	15.7	19.7	16.5	6.7	1.6	—	2.1	1.6	21.9	13.6	—
	Control[2]	3.5	8.1	14.4	9.1	0.8	—	1.0	1.0	15.1	7.2	0.7
	Control[3]	1.7	3.1	3.9	4.0	0.1	—	0.2	0.1	6.5	3.0	1.6
	Average of controls	2.6	5.6	9.2	6.6	0.5	—	0.6	0.6	10.8	5.1	1.2

1), 3). Fixed under the natural condition in the field.

2). Culms were cut on the day next to that on which the culms of treated materials were cut.

obtained are shown in Table 4, in which it will be seen that, in treated materials, the percentage of dyad cells is larger than that in the controls.

The results shown in Tables 1–4 are summarized in Table 5.

From the foregoing results, it is clear that in treated materials, the frequency of observing the chromosome behaviours A, B, C and D, which may be regarded as the origin of dyad cells, and possibly of diploid pollen grains, as well as the number of dyad cells produced are larger, and in some cases even very much larger than in the controls. The actual frequencies in the appearance of features A, B, C and D, and the relative increase in this frequency brought about by the treatment, showed quite large differences in the different individuals that were taken for materials.

In controls also, the percentage of the appearance of these various chromosome features was not quite identical in different individuals, which may be owing mainly to differences in cytophysiological conditions in different individuals.

Regarding the causes that bring about, in treated material, differences in the relative increase of the chromosome features under consideration, not only should the cause just mentioned for controls be taken into account, but also it must be noted that the increase may probably be found to differ in anthers that were fixed at different periods after treatment. It is possible that, in treated material a larger or smaller number of these chromosome features might be observable in material that was fixed at period previous to or following that in which the fixation was done in the present experiments.

As a matter of fact, in treated material, a fairly large difference was observed in the sizes of the young pollen grains, indicating that the large pollen grains may have been derived from dyad cells. But, as the cells of tetrads had already been separated from one another, whether they were formed in the manner just stated or not, could not be verified.

In order to determine exactly the frequencies of the occurrence of the chromosome features under consideration that may be brought about by the treatment, it would be necessary to make wider observations, using materials fixed frequently at various times following the treatment. So that, the increase in the proportion of chromosome features observed in the present experiments must be accepted simply as representing that which may appear at a given period of time after the treatment. Furthermore, in regard to the causes of the difference in the proportion of features A, B, C and D in different individuals, it will be noticed that the maturity of the PMC or the phases of their meiotic division were not the same in different individuals when they were subjected to treatment, with the result that it affects the meiotic behaviours with different intensity in different individuals.

Most of the pollen grains in the mature anthers of F_1 plants in the field were observed to be empty, except a small number of perfect pollen grains, which were in most cases quite large. The proportion of such perfect pollen grains, was calculated in average to be about 1.5% (578 in 38419) in 28 F_1 plants. It may be said that this proportion does not differ much from those of dyad cells produced from control material. This may indicate that a large number of these mature perfect pollen grains may have been derived from dyad cells. In the present experiments, observation was not made on such pollen grains which were matured, that might be produced in treated plants. But, from the results just mentioned, it is conceivable that such pollen grains are produced by temperature treatment in greater numbers than under ordinary field conditions.

As to the best degree of temperature, the best combination of higher and lower temperatures, and the length of time during which the plants should be subjected to the treatment, further studies are contemplated.

The expenses connected with the present study were partly defrayed by a grant from the Japan Society for the Promotion of Scientific Research, to whom the writer wishes to express his cordial thanks.

Literature cited

KAGAWA, F. and CHIZAKI, Y.: 1934. Cytological studies on the genus hybrids among *Triticum*, *Secale* and *Aegilops*, and the species hybrids in *Aegilops*. Japan. Journ. Bot. 7.

Physiologisch-anatomische Untersuchungen über die Wachstumsverhältnisse des Mesokotyls von Gramineen im Dunkel und bei der Belichtung

Von Toru ARAKI

Physiologisches Institut, Mandschurische Medizinische Hochschule, Mukden, Mandschukuo

Hierzu 45 Textfiguren

(Eingegangen am 12. März 1939)

Inhaltsübersicht

Page

(A) Einleitung 70
(B) Methodisches 73
(1) Material 73
(2) Versuchsanordnung 73
(3) Herstellung der Präparate 74
(4) Messung der Zellenlänge 74
(5) Beobachtung der Zellteilungsfiguren und Berechnung der Zellenzahl 74
(C) Experimenteller Teil 75
(I) Bestimmung der Wachstumszone 75
(II) Anatomische Verhältnisse des Mesokotyls mit besonderer Berücksichtigung der Wurzelanlagen 77
(III) *Avena sativa* 80
(1) Keimalter der Belichtung 80
(2) Wachstumsverlauf des Mesokotyls im Dunkel sowie unter Lichtwirkung 80
(3) Anatomische Betrachtungen des Dunkelwachstums 81
(4) Lichteinfluss auf das Mesokotylgewebe 83
(5) Analyse des Lichteinflusses auf die Zellteilung und Zellstreckung 85
(6) Zusammenfassung 89
(IV) *Avena byzantina* 89
(1) Wachstumsverlauf des Mesokotyls im Dunkel und unter Lichtwirkung 89
(2) Anatomische Betrachtungen des Dunkelwachstums 90
(3) Lichteinfluss auf das Mesokotylgewebe 90
(4) Analyse des Lichteinflusses auf die Zellteilung und die Zellstreckung 91

Page
(V) *Oryza sativa* "Mayang Mas" 93
(1) Wachstumsverlauf des Mesokotyls im Dunkel und unter Lichtwirkung 93
(2) Anatomische Betrachtungen des Dunkelwachstums 94
(3) Lichteinfluss auf das Mesokotylgewebe 95
(VI) *Oryza sativa* "Pinang" 96
(1) Wachstumsverlauf des Mesokotyls im Dunkel und unter Lichtwirkung 96
(2) Anatomische Betrachtungen des Dunkelwachstums 97
(3) Lichteinfluss auf das Mesokotylgewebe 98
(4) Analyse des Lichteinflusses auf die Zellteilung und die Zellstreckung 99
(VII) *Zea mays* "Akahaze" 100
(1) Wachstumsverlauf des Mesokotyls im Dunkel und unter Lichtwirkung 100
(2) Anatomische Betrachtungen des Dunkelwachstums 101
(3) Lichteinfluss auf die Teilung und die Streckung der Zellen 102
(VIII) *Andropogon Sorghum* 103
(D) Diskussion 103
(1) Das Verhalten des Mesokotylgewebes gegen das Licht 103
(2) Samenalter und physiologisches Verhalten der Keimlinge 104
(3) Beziehung der Endlänge des Mesokotyls zu seinen Zellen 104
(4) Über die teilungsfähige Zellgrösse am Endstadium der Zellteilung . 105
(5) Länge und Gewebezustand des Mesokotyls in der lichtempfindlichsten Periode 106
(6) Betrachtungen über den Hemmungsgrad des Mesokotylzuwachses unter Lichtwirkung 106
(7) Wuchsstoffproblem 107
(E) Zusammenfassung 109
(F) Literaturverzeichnis 110

(A) Einleitung

Nach Untersuchungen von HAMADA (1931, 1933 und 1937) über das Lichtwachstumsverhalten von *Avena sativa, Oryza sativa* und vielen anderen Gramineen, wirkt das Licht auf die Streckung des Mesokotyls ausgeprägt hemmend ein, und es gibt dabei in der Entwicklung ein Stadium, in welchem das Mesokotyl am empfindlichsten reagiert. So tritt z.B. bei *Avena sativa* bei 30°C dieses Stadium 36 Stunden nach der Aussaat auf. Ferner fand HAMADA, dass das Wachstumsverhalten des Mesokotyls im Dunkel sowie unter Lichtwirkung je nach den Gramineenarten, sogar unter den Rassen einer Spezies, verschieden ist. Das Mesokotyl, das im Dunkel in vielen Fällen merklich anwächst, z.B. bei *Avena byzantina* über 70 mm, bleibt unter Sonnenlicht immer so kurz, dass man den Keimling für mesokotylfrei halten darf. Ein so licht-

empfindliches Organ wie dies ist in den höheren Pflanzen nicht zu finden.(1)

Die Reaktion des Mesokotyls gegen das Licht ist bisher hauptsächlich makroskopisch behandelt worden, ohne histologisch eingehend untersucht worden zu sein.(2)

Unter Wachstum des Mesokotyls kann man zwei Komponenten, nämlich die Vermehrung und die Verlängerung einzelner Zellen, verstehen. Es ist also naheliegend, dass das Licht auf jede dieser beiden Komponenten für sich einwirken muss. Daher kommen folgende Fragen auf:

(1) In wieweit ist jede Komponente an dem Dunkelwachstum beteiligt? Und sind diese Verhältnisse für verschiedene Arten verschieden oder nicht?

(2) Wirkt das Licht nur auf eine der Komponenten oder auf beide, und im letzteren Falle: in welchem Grade für jede der Komponenten? Ist die Beeinflussungsweise für verschiedene Spezies gleich oder artspezifisch? In welcher Beziehung stehen diese Verhältnisse mit dem Lichtwachstumsverlauf des Mesokotyls?

Es gibt zwar viele Untersuchungen, die bei verschiedenen Pflanzen derartige Aufgaben zur Diskussion haben, aber in Bezug auf das Mesokotyl kann man bisher nur wenige Arbeiten heranziehen.

Was zunächst die Beziehungen zwischen der Vermehrung und der Verlängerung der Zellen beim Wachstum des Stengels anbelangt, so lassen sich die Ergebnisse vieler Arbeiten im grossen und ganzen in drei Fälle klassifizieren:

1) Das Wachstum des Stengels beruht hauptsächlich auf der Zellvermehrung (19, 20, 36 u.a.).

2) Das Wachstum des Stengels, zumal bei dem interkalaren Wachstum wird sowohl durch Vermehrung als auch durch Streckung der Zellen bewerkstelligt (24, 28, 9, 40 u.a.)

3) Bei den polyergiden Zellen von *Nitella* kann das Wachstum ausschliesslich durch die Streckung das 2000-fache von der ursprünglichen Länge erreichen (2 u.a.).(3)

---

(1) Die mesokotylfreien Keimlinge unter Lichtwirkung, vgl. BEYER (1927), LANGE (1929), DU BUY und NUERNBERGK (1929 und 1930).

(2) Sofort nach der Beschreibung dieser Abhandlung wurden die Studien über dieses Problem unter kontinuierlicher Belichtung bei *Avena sativa* von AVERY, BURKHOLDER und CREIGHTON (1937) veröffentlicht, die später noch diskutiert werden sollen. Meine Ergebnisse bei diesem Material sind schon kurz zusammenfassend von Prof. KORIBA in seinem Monograph "Entwicklung, Wachstum und Organbildung der Pflanzen" (Iwanami-Koza, 1931, japanisch.) zitiert worden.

(3) Vgl. PFEFFER, Pflanzenphysiologie. Bd. II. 1904.

Bei der Koleoptile von *Avena sativa* beobachteten AVERY und BURKHOLDER (1936), dass die Zellteilung in den meisten Zellschichten schon in den früheren Perioden stillsteht, abgesehen von den Epidermiszellen, die sich von Anfang bis Ende gar nicht teilen, und sich deshalb merklich verlängern, bis sie etwa das 150-fache der meristematischen Länge erreichen. Bei dem Mesokotyl spielen nach AVERY, BURKHOLDER und CREIGHTON (1937) die beiden Komponenten des Wachstums eine bedeutende Rolle, indem sich die Zellenzahl auf das 8.5-fache, die durchschnittliche Zellänge auf das 30-fache von der des embryonalen Stadiums vermehrt.

Was die Einflüsse verschiedener Faktoren auf die beiden Komponenten des Wachstums anbetrifft, kann man in folgenden Autoren nachschlagen:

LUYTEN (1926) erfährt eine Förderung sowohl der Zellteilung als auch der Zellstreckung in den Blättern von *Helianthus* dadurch, dass sie anfangs die Pflanzen bei höheren Wärmegraden (35°C) gehalten und unmittelbar danach in niedriger (17°C) Temperatur zur weiteren Aufzucht brachte. KOJIMA (1928) wies bei der Wurzel von *Vicia faba* eine Herabsetzung der Zellteilung durch das Licht nach. HAMMET (1929) untersuchte den Einfluss der Sulfhydryl-Gruppe auf die Wurzel von *Zea mays* mit dem Schluss, dass diese in der Zellvermehrung und der Zellstreckung im umgekehrten Sinne einwirkt, sodass die Zellgrösse infolge der Zellteilungstätigkeit nachlässt. Beim Stengel von *Asparagus plumosus* fand OOSTERHUIS (1931), dass die Beraubung der Achselknospe sowie die Dekapitierung des Stengels die Zellstreckung beeinflusst, während an der Zellteilung nur derjenige Stengel teilnimmt, dessen Achselknospen weniger als 6 mm von der Stengelspitze entfernt stehen. Nach AVERY (1934) wird durch Beraubung des Blütenstiels und der Seitenknospe von Tabak-Pflanzen eine Vergrösserung des Blattes im oberen 1/3 Teil des Stengels hervorgerufen, ebenfalls mit der Vergrösserung der Zellen in Epidermis und Palisaden und der Vermehrung der Zellen im Leitbündelgewebe. PAPEN (1935) machte genauere Bestimmung der Zellenzahl und Zellengrösse sowohl im Lichte als auch im Dunkel bei vielen Pflanzen mit dem Schluss, dass das Streckungswachstum stärker gehemmt wird als die Zellteilungstätigkeit. Durch Untersuchungen der Lichtwirkung auf das Mesokotyl von *Avena sativa* sind DU BUY und NUERNBERGK (1930) zu dem Schluss gekommen, dass die Zellvermehrung der dabei bestrahlten Lichtintensität umgekehrt proportional ist. Nach AVERY, BURKHOLDER und CREIGHTON (1937) wirkt das Licht, wenn dies kontinuierlich gegeben wird, beim Wachstum von Koleoptile und Mesokotyl von *Avena sativa* auf die beiden Komponenten ein, worüber wir in den nachfolgenden Kapiteln eingehend diskutieren möchten.

Soweit kurze Skizzierung der Literatur. Mit Bezug auf das Wachstum des Mesokotyls hat man heute noch keine sichere Kunde über die Wachstumskomponenten, mit Ausnahme von *Avena sativa*, wenngleich selbst diese noch nicht vollkommen geklärt worden ist. Ferner lässt sich die verschiedene Wachstumsreaktion des Mesokotyls von vielen Gramineen-Keimlingen dem Licht gegenüber, die von HAMADA (1933) festgestellt wurde, noch nicht analytisch erklären.

Um diese Verhältnisse klarzustellen, sind die vorliegenden Untersuchungen von 1930 bis 1931 und 1933 bis 1935 in dem Botanischen Institut der Kaiserlichen Universität in Kyoto ausgeführt worden.

Als Materialien wurden diejenigen Pflanzen gewählt, deren Mesokotylwachstum unter Lichtwirkung stark gehemmt wird, nämlich, *Avena sativa* und *Avena byzantina* in Avenaceae, *Oryza sativa* "Mayang Mas" und "Pinang" in Oryzeae, *Zea mays* in Maydaceae und *Andropogon Sorghum* in Andropogonaceae.

Meinem hochverehrten Lehrer Herrn Prof. Dr. K. KORIBA möchte ich an dieser Stelle für seine ständige Leitung und Anregung meinen herzlichsten Dank aussprechen. Ebenso bin ich Herrn Dr. H. HAMADA zu Dank für seine wertvollen Bemerkungen verpflichtet.

(B) Methodisches

(1) Material

Die Versuchssamen von Hafer sind dieselben, wie in HAMADA'schen Versuchen, die von dem Versuchsgarten der Kaiserlichen Universität zu Sapporo geliefert und seitdem in der Exsikkatoren an einem kühlen Orte aufbewahrt wurden. Die Samen von *Zea mays* "Akahaze" wurden aus dem Versuchsgarten der hiesigen landwirtschaftlichen Fakultät bezogen. Wie in Kapitel C und D erwähnt wird, war das physiologische Verhalten der aus diesen Samen herangezogener Keimlinge etwas anders als bei HAMADA's Versuchen, wenngleich dies keine wesentliche Rolle spielt.

(2) Versuchsanordnung

Das Versuchszimmer, dessen Temperatur konstant (30°C) gehalten wurde, war das, welches HAMADA für seine Experimente benutzte.

Die Aufzucht der Keimlinge sowie die Belichtungseinrichtung wurden auch in derselben Weise wie HAMADA ausgeführt, abgesehen von dem Kulturkasten, dessen Grundfläche und Tiefe bei den Versuchen in 1933–1935 je 18 × 15 cm und 14 cm und bei den Versuchen von *Avena sativa* in 1930–1931 14 × 14 × 15 cm betrug. Die Belichtung wurde 30 Minuten lang mit einer Intensität von ca. 1260 MK ausgeführt.

(3) Herstellung der Präparate

Als Fixierungsmittel wurde ein schwaches Gemisch nach FLEMMING gebraucht; ein Stück von 2 mm Länge wurde je von dem oberen, mittleren und unteren Teile des Mesokotyls abgeschnitten, fixiert, und als Paraffinblöckchen vermittelst Mikrotom in 15 bis 20 μ Dicke geschnitten.

Es ist hier zu bemerken, dass die Zellmembrane der aussergewöhnlich etiolierten Zellen so dünn und zerbrechlich werden, dass es praktisch schwer ist, ein schönes Präparat zu erhalten.

(4) Messung der Zellenlänge

Die Zellenlänge wurde nach den folgenden zwei Methoden gemessen: die erste besteht in der direkten Messung mittels Okularmikrometers; diese Methode wurde nur bei Versuchen in 1930–1931 angewandt; die zweite, die bei allen übrigen Versuchen gebraucht wurde, besteht darin, dass man innerhalb einer bestimmten Strecke der Mikrometerskala die Zellen abzählt.

Die erste Methode lässt sich auf die verlängerten Zellen, sowie bei den mittleren Mesokotylenteilen im Dunkel am Versuchsende bequem anwenden, bei den kürzeren meristematischen Zellen aber lässt sie nicht nur ziemlich grosse Messungsfehler zu, sondern ist dabei auch mit grossen Verlusten an Zeit und Mühe verbunden. Überdies sind die nacheinanderstehenden Zellen meistens durch irreguläre Flächen begrenzt.

Die zweite Methode ist technisch einfacher als die erste und ausserdem sind die Resultate verhältnissmässig zuverlässig.

Die Messung erstreckte sich auf den ganzen Bereich des Parenchymgewebes, mit Ausnahme der zwei innersten Zellreihen, weil hier die Zellgestalt zu kompliziert ist. Bei den unsicheren, zerbrochenen oder gekrümmten Teilen des Parenchymgewebes wurde keine Messung ausgeführt.

Für jeden Beobachtungsort wurden 3 bis 10 Mesokotylstücke verwendet, von denen nur je ein Schnitt gemessen wurde. Es ist schliesslich zu bemerken, dass die Gesamtzahl der gemessenen Zellen in dem etiolierten, vollgewachsenen Gewebe viel geringer war als die in dem meristematischen Gewebe, weil die Zellen dort sehr lang sind, zudem viele zerbrochene Zellen sich nicht messen liessen.

(5) Beobachtung der Zellteilungsfiguren und Berechnung der Zellenzahl

Um die Zellteilungsfiguren klar beobachten zu können, wurden einige Präparate viel stärker durch die Färbung differenziert als die oben

erwähnten, sie wurden aber nicht statistisch abgezählt, da solche Messung fehlerhaft und deshalb bedeutungslos ist. Ferner ist es unmöglich, in solchem verlängerten Mesokotyl, wie die nachfolgenden Daten zeigen, die Totalzahl der Zellen vom ganzen Mesokotyl abzuzählen. Darum hatte ich diese Verhältnisse indirekt durch die Formel berechnet, worauf ich später zurückkommen werde.

(C) Experimenteller Teil

(I) Bestimmung der Wachstumszone

Bevor man die anatomischen Verhältnisse des Mesokotyls beim Wachstum untersucht, ist es zunächst nötig zu bestimmen, ob das Mesokotyl seine ganze Strecke hindurch gleichmässig wächst oder, wenn dies nicht der Fall ist, wo sich die maximale Wachstumszone befindet. Um diese Verhältnisse klar zu bestimmen, wurde die Tuschenmarken-Methode durchgeführt.(1)

Da die Mesokotyloberfläche sich mit dem Tuschenmarker der Kautschukscheibe nicht gut markieren lässt, aber die blosse Markierung mit einem Pinsel sehr mühsam und nicht immer sicher ist, so wurde ein Markierungsapparat von Mikrotomprinzip hergestellt (Fig. 1), dessen wichtige Teile aus einer vertikalen Schraube von 1 mm Schreibensteigung mit graduierter Drehscheibe und einem Pinselbehälter bestehen. Durch horizontale Bewegung des Pinsels kann man Tuschenstriche in beliebiger Höhe markieren.



Fig. 1. ca. 1/5.

Alle diese Markierungen wurden unter einer schwachen Rot- bzw. Gelblampe ausgeführt, aber selbst solch schwaches Licht wirkt merklich hemmend auf das Mesokotylwachstum.(2) Man kann also, streng genommen, die wahren Verhältnisse des Dunkelwachstums nicht wahrnehmen, nur in erster Annährung.

(1) Feststellung der interkalaren Wachstumszone, vgl. MIYAKE (1904), BUCHHOLZ (1921), SCHMALFUSS (1930), AVERY und BURKHOLDER (1935).

(2) Einfluss des Rotlichts auf das Mesokotylwachstum, vgl. LANGE (1927, 1929), DU BUY (1933), OVERBEEK (1936), ATKINS (1936). Nach meiner Untersuchung, die bei anderer Gelegenheit veröffentlicht werden wird, ist es wahrscheinlich, dass das rote Licht von bestimmter Energiemenge keinen schwächeren Einfluss als gelbes sowie blaues Licht von gleicher Energiemenge auf das Mesokotylwachstum ausübt. (S. Proc. Jap. Physiol. Soc. 18th Annual Meeting, Kumamoto, April 1-3, 1939. Abstracts Nr. Jap. Jour. Med. Sci. Biophysics. 1939. T. ARAKI, Über den Einfluss des Lichtes verschiedener Spektralbezirken auf das Wachstum von *Avena*.)

Die Wachstumsverteilung im Mesokotyl von *Avena sativa* ist in Fig. 2–4 veranschaulicht: In der Ordinate ist das Verhältnis des verlängerten Strichabstandes zu dem anfänglichen (2 mm), in der Abszisse die Nummer der Segmente von der Koleoptilgrenze angegeben.

Die maximal wachsende Zone liegt während des 3. und 4. Keimtages im oberen Segment, dessen Länge anfänglich 2 mm beträgt; die nächste grosswachsende Zone im zweiten Segment. Die übrigen unteren Segmente wachsen sehr langsam und zeigen keinen merklichen Längenunterschied voneinander.

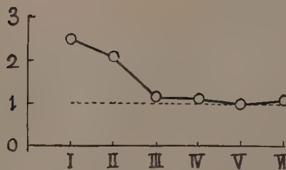


Fig. 2. Zuwachsverhältnis sukzessiver Teilstriche des Mesokotyls von oben (1) nach unten (VI).

Markierung am 3. Keimtage. Messung am 4. Keimtage. Anfänglicher Strichabstand 2 mm. Durchschnittswert von 20 Pflanzen.

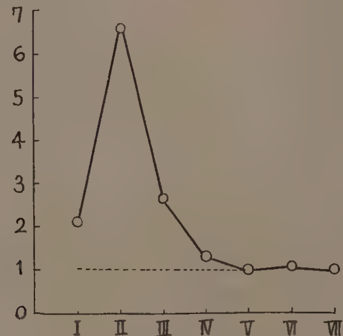


Fig. 3. Zuwachsverhältnis von je 2 mm Teilstrichen des Mesokotyls.

Markierung am 3. Keimtage. Messung am 5. Keimtage. Durchschnittswert von 20 Pflanzen.

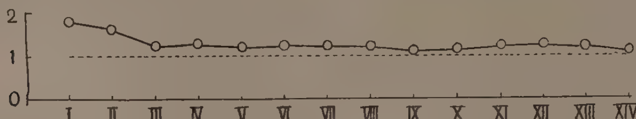


Fig. 4. Zuwachsverhältnis wie oben.

Markierung am 4. Keimtage. Messung am 5. Keimtage. Durchschnittswert von 18 Pflanzen.

Während des 3. and 5. Keimtages liegt aber die maximal wachsende Zone im zweiten Segment, indem das erstere Segment nicht so viel wächst wie jenes.

Es sei hier bemerkt, dass die geringfügige Streckung in den mittleren und unteren Segmenten bei all den obigen Fällen vielleicht auf den Lichteinfluss zurückgeführt werden kann, da in vollkommener Dunkelheit die Zellen in diesen Segmenten, wie es in den nachfolgenden Kapiteln erörtern werden wird, sich noch ziemlich stark strecken können.

(II) Anatomische Verhältnisse des Mesokotyls mit besonderer Berücksichtigung der Wurzelanlagen

Da die etiolierten Mesokotyle der Versuchsgramineen in anatomischer Hinsicht nicht sehr voneinander abweichen, so wird hier nur dasjenige von *Avena sativa* besprochen werden.

Die Struktur des Mesokotyls ist ziemlich einfach. Fig. 5 zeigt sein früheres Stadium im Dunkel (2 Tage nach der Aussaat) und Fig. 6 unter dem Sonnenlicht. Es gibt keinen merklichen Unterschied von den Ergebnissen AVERY's, BURKHOLDER's und CREIGHTON's (1937).



Fig. 5. ca. ×200.



Fig. 6. ca. ×250.

TABELLE 1. Lichteinfluss auf die Stellung der Wurzelanlagen von *Avena sativa*.

Versuchsende = 5 Tage nach der Aussaat. K = Kontrollpflanzen. T1 = Pflanzen, die im ersten Tag nach der Aussaat belichtet sind. T2, T3, u.s.w.

	Zahl der Materialien	Endlänge des Mes. in mm	Abstand d. Wurzelanlage von d. Mes.-Obergrenze in mm
A-Versuch			
T1-Pfl.	34	23.2	3.7
T2-Pfl.	30	21.2	0.2
T3-Pfl.	29	33.2	0.1
K-Pfl.	31	66.2	0.0
B-Versuch			
T1-Pfl.	28	24.9	2.8
T2-Pfl.	36	20.8	0.3
T3-Pfl.	34	33.8	0.1
K-Pfl.	36	65.8	0.1

In der weiteren Entwicklung bleibt die anatomische Struktur unverändert, nur dass die Zellen an Länge zunehmen. Die Zellteilung tritt überall im embryonalen Stadium auf, nämlich bei $1\frac{1}{2}$ Tagen nach der Aussaat: darnach ist sie aber nur im oberen Teile zu beobachten, um schliesslich am dritten Tage gänzlich zu verschwinden. Die Epidermiszellen bilden aber eine Ausnahme; sie strecken sich nämlich von Anfang an bis zum Ende, ohne sich jedoch zu teilen, wie bei der Koleoptile



Fig. 7. Tl$\frac{1}{2}$, 3 Tage.



Fig. 8. K, 4 Tage.



Fig. 9. Tl. 5 Tage. ca. ×200.

(AVERY und BURKHOLDER, 1935). Die Zellteilung geschieht stets an der Querwand und die Verdickung des Mesokotyls nach der Quellung des Samens ist kaum zu sehen.

Die Wurzelanlagen werden im Mesokotyl unter der Koleoptilgrenze gebildet und zwar stets zwei in gegenständiger Stellung (Fig. 7–9). Der Abstand dieses Paars von der Obergrenze des Mesokotyls wird durch

das Zeitalter der Belichtung regelrecht beeinflusst. Je früher man das Mesokotyl belichtet, desto länger wird diese Zwischenstrecke: die am ersten Keimtage belichteten Pflanzen haben eine grössere Weite als die am 1½. bzw. 2. belichteten; die am 3. Keimtage belichteten weisen keinen merklichen Lichteinfluss mehr auf, wie die der Kontrolle. Die gefundenen Werte sind in Tab. 1 gezeigt.

TABELLE 2. Verlauf der Lichtbeeinflussung auf die Stellung der Wurzelanlagen von *Avena sativa*.

W.A. = Wurzelanlage, M.O.G. = Mesokotylobergrenze, Mat. = Material. Andere Abkürzungen wie vor.

	3. Tag			4. Tag			5. Tag		
	Zahl der Mat.	Länge d. Mes. in mm	Abst. d. W.A. von M.O.G.	Zahl der Mat.	Länge d. Mes. in mm	Abst. d. W.A. von M.O.G.	Zahl der Mat.	Länge d. Mes. in mm	Abst. d. W.A. von M.O.G.
T1.	7	11.4	1.1	12	22.6	1.8	10	24.0	2.7
T1½.	11	14.8	0.1	15	20.3	0.8	8	23.2	1.0
T3.				8	35.6	0.3	19	37.3	0.3
K.	11	29.3	0.0	7	47.5	0.3	15	49.5	0.4

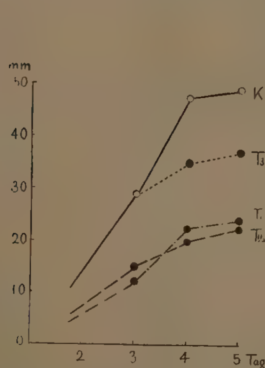


Fig. 10a. Wachstumsverlauf des Mesokotyls.

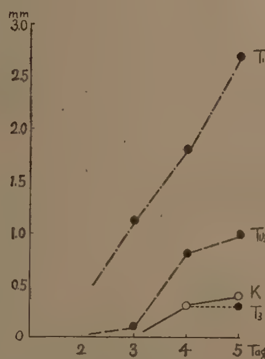


Fig. 10b. Wachstumsverlauf der Zwischenstrecke zwischen der Mesokotylobergrenze und den Wurzelanlagen.

Der in Fig. 10 graphisch dargestellte Zeitverlauf ist in Tab. 2 gegeben.

Es gibt also auf das Wachstum der Zwischenstrecke eine negative Korrelation der Lichthemmung im Vergleich mit dem des ganzen Mesokotyls, wenngleich die Maximalhemmung bei dem letzteren immer auf

die Belichtung des 1½. oder 2. Tage nach der Aussaat fällt. Über den Mechanismus dieses Phänomens können wir jetzt noch keine Erklärung geben.

(III) *Avena sativa*

(1) Keimalter der Belichtung

Bei den A-Versuchen (1930–1931) wurde die Belichtung in drei verschiedenen Entwicklungsstadien nach der Aussaat ausgeführt, nämlich im 1-, 1½- und 3-tägigen Alter, und bei den B-Versuchen (1933–1935) im 1½- und 3-tägigen Alter, alle mit Kontrollen im Dunkel.

(2) Wachstumsverlauf des Mesokotyls im Dunkel sowie unter Lichtwirkung

Der Wachstumsverlauf des Mesokotyls im Dunkel sowie unter Lichtwirkung wird in Tab. 3 gezeigt und in Fig. 11 graphisch veranschaulicht.

TABELLE 3. Wachstumsverlauf des Mesokotyls von *Avena sativa* im Dunkel und unter Lichtwirkung.

K = Kontrollpflanzen, T1 = am ersten Keimtage belichtete Pflanzen, T1½, T3 usw.

Tag	Mesokotyllänge in mm			
	K-Pfl.	T1-Pfl.	T1½-Pfl.	T3-Pfl.
A-Versuche				
1	0.6			
1½	2.0			
2	8.2	3.0	2.4	
3	38.0	19.1	16.4	
4	58.5	22.7	18.3	43.3
5	62.0	28.3	21.0	46.7
B-Versuche				
1½	1.8			
2	6.0		2.1	
5	62.2		19.8	37.6

Die Kurven stimmen im grossen und ganzen mit den von HAMADA gegebenen überein, obwohl die maximale Hemmung etwas später als bei der Belichtung im 1½-tägigen Alter nach der Aussaat stattfindet, was aber nicht von Wichtigkeit ist.

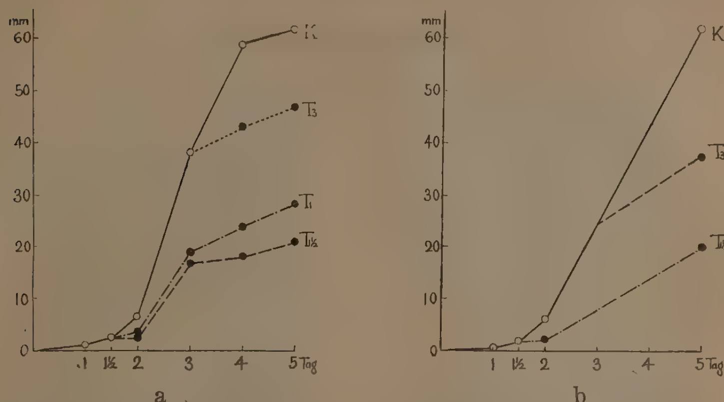


Fig. 11. Wachstumsverlauf des Mesokotyls im Dunkel und unter Lichtwirkung.
A-Versuche. B-Versuche.
Abkürzungen s. Tab. 3.

(3) Anatomische Betrachtungen des Dunkelwachstums

In den früheren Stadien der Keimlinge (1 bis 1½ Tage nach der Aussaat) ist die Zellteilung fast überall zu beobachten, während sie im 2-tägigen Alter nur im oberen Teile, aber gar nicht im mittleren und den unteren Teilen zu sehen ist. Nach diesem Stadium kommt die Zellteilung in keinem Teile des Mesokotyls vor, mit anderen Worten, das Gewebe befindet sich im Streckungsstadium.

Der Zellstreckungsverlauf ist in Tab. 4 und in Fig. 12 gezeigt.

Die Zellstreckung im unteren Teile hört nach 2 bis 3 Tagen fast auf, während sie in den übrigen Teilen etwa bis zum 5. Tage andauert. Im oberen Teile verläuft sie beinahe geradlinig, im mittleren Teile erst lebhaft, dann aber, etwa vom 3. Tage an, langsamer.

Die grosse Wachstumsperiode des ganzen Mesokotyls entspricht, wie in Fig. 12a gezeigt, dem 2. bis 3. Tage, was, von den anatomischen Daten aus gesehen, eben derjenigen Zeit entspricht, in der sich die Zellteilung eben vollendet und die Streckung stark zu aktivieren begonnen hat. Diese lebhafte Streckung geht nicht nur in dem oberen und mittleren Teile, sondern auch in dem dazwischen liegenden, langen Übergangsgebiet vor sich.(1)

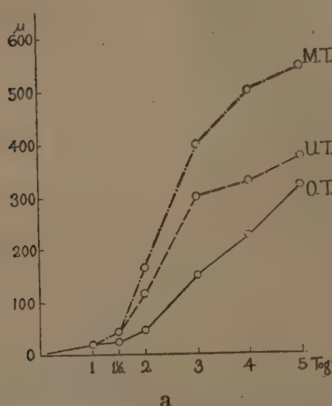
(1) Was dieses Übergangsgebiet anbetrifft, ist die regionale Einteilung sehr kompliziert; man kann etwa daran denken, dass eine Zelle, welche z B. am 2. Tage dem oberen Teile gehört, am 3. Tage im mittleren Teile gefunden werden könnte.

Die Übergangs- und Endlängen der Zellen bei A und B Versuchen zeigen einige Unterschiede, was wohl darauf zurückzuführen ist, dass die Samen in Bezug auf ihre Erntejahre und die Aufbewahrungszeit in den Vorratgefässen verschieden sind und, dass die Kulturgefässe bei den A-Versuchen kleiner als bei den B-Versuchen waren.

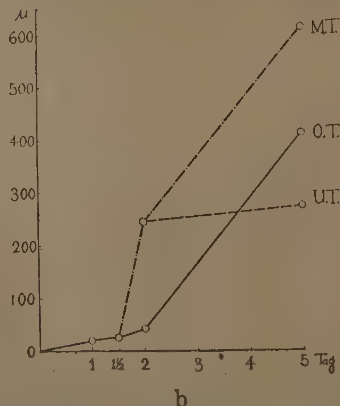
TABELLE 4. Zellstreckungsverlauf in drei Teilen des Mesokotyls von *Avena sativa* im Dunkel und unter Lichtwirkung.

Die Zahlen in dicken Buchstaben bedeuten, dass die Zellteilungstätigkeit im Gewebe noch vorhanden ist. In den Klammern steht die gemessene Zellenzahl. O.T. Oberer Teil, M.T. Mittlerer Teil, U.T. Unterer Teil des Mesokotyls.

	Zellenlänge in μ											
	K-Pflanzen			T1-Pflanzen			T1½-Pflanzen			T3-Pflanzen		
Tage	O.T.	M.T.	U.T.	O.T.	M.T.	U.T.	O.T.	M.T.	U.T.	O.T.	M.T.	U.T.
A-Versuche												
1	**20.2** (729)											
1½	**25.0** (1238)	**44.3** (687)										
2	46.2 (1315)	116.3 (599)	165.0 (343)	62.4 (803)			38.8 (1226)					
3	151.0 (274)	400.1 (66)	300.0 (89)	189.2 (257)	324.1 (108)	278.9 (54)	215.9 (339)	319.6 (114)	266.5 (112)			
4	225.0 (202)	500.0 (58)	330.3 (102)	265.4 (206)	372.2 (64)	378.4 (78)	278.3 (66)	435.6 (109)	311.9 (124)	232.0 (273)	421.3 (106)	315.2 (60)
5	322.0 (153)	545.6 (105)	376.2 (105)	313.5 (195)	504.5 (64)	486.2 (78)	353.7 (113)	500.5 (118)	333.3 (135)	232.1 (274)	444.6 (106)	410.2 (96)
B-Versuche												
1	**20.2** (729)											
1½	**24.5** (1653)											
2	41.2 (1299)	246.3 (358)					34.1 (1657)					
5	413.2 (199)	613.8 (114)	272.1 (130)				348.0 (157)	477.7 (136)	293.3 (369)	190.0 (387)	344.7 (222)	301.9 (108)



a



b

Fig. 12. Zellstreckungsverlauf des Mesokotyls im Dunkel.
O.T. = Oberer Teil, M.T. = Mittlerer Teil, U.T. = Unterer Teil.
A-Versuche. B-Versuche.

Die photographischen Aufnahmen sind in Fig. 13–15 dargestellt (siehe Fig. 5, 8, 9.).



Fig. 13. K-Pfl. 1. Tag. ca. ×200.



Fig. 14. K-Pfl. 1½ Tag. ca. ×200.

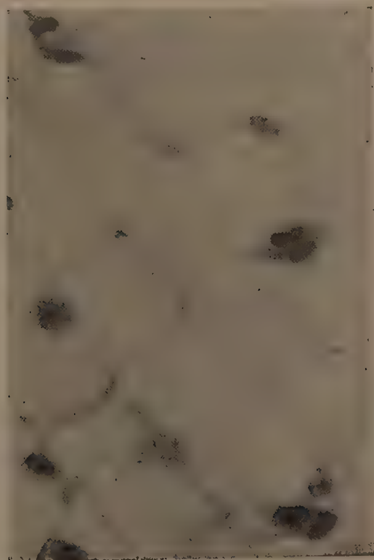


Fig. 15. K-Pfl. 1½ Tag. ca. ×3500.

(4) Lichteinfluss auf das Mesokotylgewebe

Die Ergebnisse sind in Tab. 4 zusammengestellt und in Fig. 16–20 veranschaulicht.

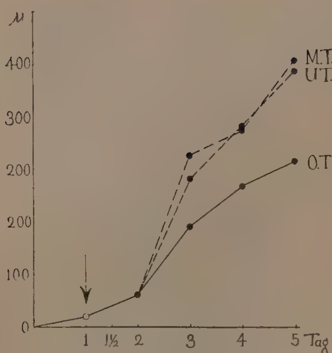


Fig. 16. A-Versuch, T1-Pflanzen.

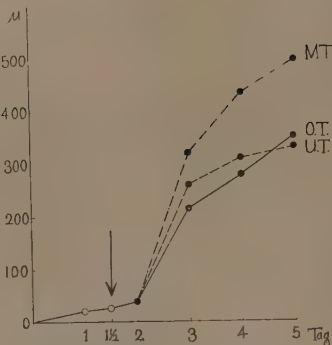


Fig. 17. A-Versuch, T1½-Pflanzen.

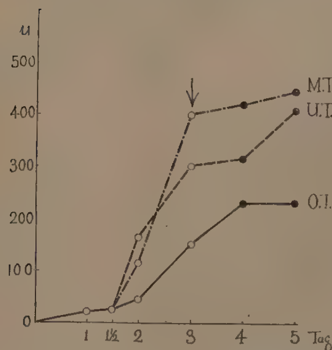


Fig. 18. A-Versuch, T3-Pflanzen.

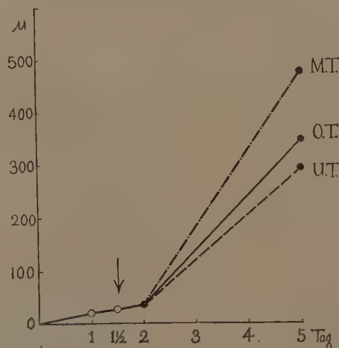


Fig. 19. B-Versuch, T1½-Pflanzen.

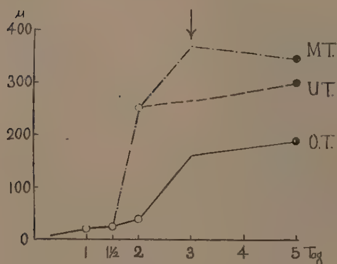


Fig. 20. B-Versuch, T3-Pflanzen.

Bei der Belichtung in früheren Stadien der Keimlinge, wie am 1. oder 1½. Tage, tritt die starke Zellstreckungshemmung sofort nach der Belichtung auf; sie dauert etwa einen Tag lang, sodass sich das Mesokotyl nicht in drei Teile einteilen lässt. Die Zellen bleiben dabei viel kürzer als die der Kontrolle, und keine mitotische Figur ist zu sehen, oder auch die Zellteilung wird vollkommen gehemmt, während bei der Kontrolle diese Figur im oberen Teile noch gesehen wird. Nach Beendung dieses Stadiums findet aber erneut eine starke Zellstreckung statt, die im Vergleich mit der Kontrolle sogar stärker werden kann.

Die Endlänge der Zellen von belichteten Pflanzen am 5. Tage ist etwas kürzer als bei Pflanzen der Kontrolle, aber der Unterschied ist nicht so gross wie bei der Totalläge des Mesokotyls, die 50 bis 70%-ige Hemmung aufweist.

Eine starke Zellstreckungshemmung lässt sich auch in den Pflanzen sehen, die am 3. Keimtage belichtet werden. Da die Zellteilung hier vollendet ist, wird die Hemmung nur auf die Zellstreckung beschränkt.

Es sei hier noch zu bemerken, dass zwar das Licht auf die Zellen sowohl in ihren früheren als auch in späteren Streckungsstadien gleich streckungshemmend einwirkt, doch seine Nachwirkung nicht ganz dieselbe ist. Nämlich die Zellen werden im ersteren Falle bald von der Hemmung befreit, im letzteren aber nicht. Man kann den letzteren Fall in den B-Versuchen viel deutlicher als in den A-Versuchen erkennen.

(5) Analyse des Lichteinflusses auf die Zellteilung und Zellstreckung

Es ist nun unsere Aufgabe auseinanderzusetzen, in welchem Prozentsatze die Hemmung beider Wachstumskomponenten an der totalen Mesokotylhemmung beteiligt ist.

Der Prozentsatz der Wachstumshemmung des Mesokotyls wird durch die von HAMADA (1933) aufgestellte Formel:

$H = \frac{k-h}{k} \times 100$ berechnet, wobei k Endlänge der Kontrolle, und h Endlänge der in einem bestimmten Alter belichteten Keimlinge bedeutet.

Was die Zellteilungshemmung anbetrifft, ist es schwer, ihren Prozentsatz direkt zu messen, was nur indirekt durch Abschätzung möglich wäre.[1] Darum ist es wohl bequem, von der "berechneten Zellenzahl" Gebrauch zu machen, welche durch die Formel:

$$Z = \frac{2}{A} + \frac{L-4}{2}\left(\frac{1}{A+B} + \frac{1}{B} + \frac{1}{B+C}\right) + \frac{2}{C} \quad [2]$$

definiert wird, wobei L die Mesokotyllänge, A, B, C, jeweils die Länge der Zellen des oberen, mittleren und unteren Teiles bedeuten. Dabei habe ich folgendermassen angenommen: Die Länge des oberen bzw. des unteren Teiles, in welchem die Zellenlänge in erster Annäherung als eine

(1) Da das im Dunkel stark verlängerte Mesokotyl, aus den ausserordentlich verlängerten, leicht zerbrechbaren Zellen besteht, ist es unmöglich, die Zellenzahl des ganzen Gebietes zu messen.

(2) $$Z = \frac{2}{A} + \frac{(L-4)\times\frac{1}{4}}{\frac{A+B}{2}} + \frac{(L-4)\times\frac{1}{2}}{B} + \frac{(L-4)\times\frac{1}{4}}{\frac{B+C}{2}} + \frac{2}{C}$$

Konstante A bzw. C gelten darf, betrüge je 2 mm; man teile den dazwischen liegenden Teil des Mesokotyls im Verhältnis 1:2:1, und weiter sei angenommen, dass die Zellenlänge im ersten Teile (A + B)/2, im zweiten B und im letzteren (B + C)/2 betrüge.

Dann bedeutet die durch die oben gegebene Formel definierte Zahl Z eine berechnete Zellenzahl (B.Z.Z.) entlang einer der Mesokotylachse parallelen Linie. Da die obige Teilungsweise sich auf die anatomische Tatsache, dass die Zellenlänge graduell variert, stützt, so darf man B.Z.Z. selbstverständlich für eine annähernde Darstellung der wahren Zellenzahl halten. Diese Werte für *Avena sativa* sind in Tab. 5 dargestellt.(1)

Nun deuten die "B.Z.Z." in Tab. 5 darauf hin, dass die Zellteilung bei der Belichtung am 1½. Keimtage stärker gehemmt wird, als am 1. Tage, wobei das Zellteilungsvermögen nachher einigermassen wiederhergestellt wird.

Die Zellteilungs-Hemmungsprozente (Z.T.H.P.) lassen sich durch

$$\frac{(B.Z.Z.)_K - (B.Z.Z.)_T}{(B.Z.Z.)_K} \times 100 \qquad \text{geben.}$$

Diese Prozente sind in der vierten Spalte von Tab. 5 gezeigt.

Um nun die Hemmungsprozente der Zellstreckung zu berechnen, seien L, l, und N, die Mesokotyllänge, durchschnittliche Zellenlänge und die Anzahl der Zellen entlang einer der Mesokotylachse parallelen Linie, bei den Kontrollen dargestellt. Bezeichnet man ΔL, Δl, und ΔN ihre Hemmungsgrösse, so erhält man die folgenden Beziehungen:

$$L = lN, \quad L - \Delta L = (N - \Delta N)(l - \Delta l) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ (1)$$

und Zellstreckungs-Hemmungsprozent (Z.S.H.P.) $S = \frac{\Delta l}{l} \times 100$

Zellteilungs-Hemmungsprozent (Z.T.H.P.) $T = \frac{\Delta N}{N} \times 100$ .. (2)

Hemmungsprozent der Mesokotyllänge $M = \frac{\Delta L}{L} \times 100$

Dann ergibt sich nach einer Reihe von einfachen algebraischen Rechnungen sofort:

$$S = \frac{100(M-T)}{100-T} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ (3)$$

Dabei ist der Wert von M und T schon bekannt. Die mittels (3) berechneten Werte von S sind in der Spalte "Z.S.H.P." (berechnet) gegeben.

(1) Es sei hier nebenbei bemerkt, dass der Wert der "B.Z.Z." für die T3-Pflanzen theoretisch ungefähr gleich dem der Kontrolle sein muss, weil die Zellteilung praktisch am 3. Keimtage schon aufhört.

Die wahren Hemmungsprozente der Zellstreckung sind aus den Angaben von Tab. 4 für jeden der drei Teile des Mesokotyls berechenbar. Die Ergebnisse sind unter "Z.S.H.P." (gemess.) der Tabellen zusammengestellt. Der negative Wert bedeutet dabei die Überverlängerung der Zellen im Vergleich mit der Kontrolle.

Vergleicht man diese gemessenen Werte der Zellstreckungs-Hemmungsprozente mit den berechneten, so findet man, grob genommen, eine Übereinstimmung untereinander, bis auf einige Unterschiede, auf die man jedoch nicht so grosses Gewicht zu legen braucht. Denn die Zellstreckungshemmung wird hauptsächlich auf den mittleren Teil zurückgeführt, während der obere und der untere Teil nicht so viel zur Hemmung des Mesokotyls beitragen, weil ihre Zellenlänge kürzer als im mittleren Teile ist und weil ferner ihre Bezirke nur auf der schmalen Strecke beschränkt bleiben.

TABELLE 5. Hemmungsprozente der Zellteilung und der Zellstreckung von *Avena sativa*.

M.E.L. = Endlänge des Mesokotyls, M.H.P. = Hemmungsprozent der Mesokotylendlänge, B.Z.Z. = "Berechnete Zellenzahl", Z.T.H.P. = berechnete Zellteilungs-Hemmungsprozente, Z.S.H.P. = berechnete Zellstreckungs-Hemmungsprozente, Z.S.H.P. (gemess.) = gemessene Zellstreckungs-Hemmungsprozente in drei Mesokotylteilen.

	M.E.L. in mm	M.H.P. in %	B.Z.Z.	Z.T.H.P. in %	Z.S.H.P. in % (ber.)	Z.S.H.P. in % (gemess.)		
						O.T.	M.T.	U.T.
A-Versuche								
K.	61.2	0	124	0	0	0	0	0
T1.	28.3	54	60	51	5	3	8	−29
T1½.	21.0	66	44	64	6	−9	8	12
T3.	46.7	23	118	4	20	28	19	8
B-Versuche								
K.	62.0	0	119	0	0	0	0	0
T1½.	19.8	68	49	58	24	16	22	−7
T3.	37.6	39	124	−4	41	54	44	−19

Damit man sich die Beziehung zwischen der Zellteilungs- und der Zellstreckungshemmung vergegenwärtigen kann, werden die Daten der Tab. 5 in Fig. 21 schematisiert, wobei der weisse Teil die wirkliche Länge des Mesokotyls im Prozent der Kontrolle, der schwarze Teil den Hemmungsprozent der Zellteilung und der punktierte Teil den der Zellstreckung darstellen.

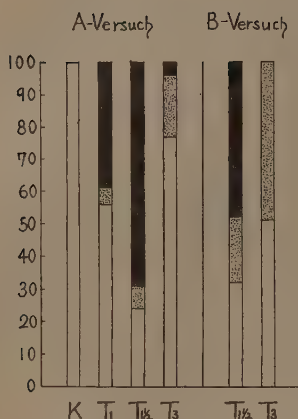


Fig. 21. Schematische Darstellung der Hemmungswirkung des Lichtes auf die Teilung und Streckung der Zellen.

Um nun den Zusammenhang der Endlänge des Mesokotyls, der "B.Z.Z." und der Zellenlänge in jedem der drei Teile mit dem Belichtungsalter klarzumachen, gebe ich die Fig. 22. Die Kurven der Mesokotyllänge (L) und der Zellenzahl (Z) laufen bei den in früheren Stadien belichteten Pflanzen beinahe parallel, während sie bei späterer Belichtung voneinander abweichen. Dies deutet darauf hin, dass der Einfluss des Lichtes in den früheren Stadien hauptsächlich eine Hemmung der Zellteilung zur Folge hat, dass er dagegen in späteren Stadien hemmend auf die Zellstreckung wirkt. Das letztere ist besonders bei dem mittleren und dem oberen Teile deutlich zu sehen.

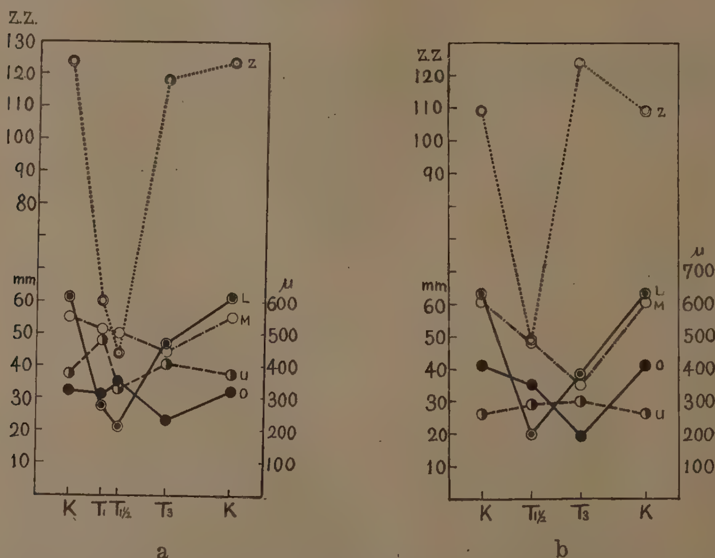


Fig. 22. Hemmungsverhältnisse des Mesokotyls und seines Gewebes bei verschiedenen Belichtungsaltern.

L = Mesokotyllänge, Z = Zellenzahl, O, M, U = Zellenlänge im oberen, mittleren und unteren Teile, übrige Abkürzungen wie vor.
a = A-Versuch, b = B-Versuch.

(6) Zusammenfassung

Das Wachstum des Mesokotyls von *Avena sativa* im Dunkel besteht aus zwei Komponenten, nämlich Zellteilung und Zellstreckung, und es überwiegt in den früheren Stadien hauptsächlich die erstere, und in den späteren die letztere.

Die Hemmungswirkung des Lichtes auf das Wachstum des Mesokotyls ist in früheren Stadien hauptsächlich auf die Zellteilung beschränkt, während die Zellstreckung nur in geringem Masse gehemmt wird. In späteren Stadien wird dagegen die Hemmung nur auf die Zellstreckung beschränkt.

(IV) *Avena byzantina*

(1) Wachstumsverlauf des Mesokotyls im Dunkel und unter Lichtwirkung

Die Belichtung wird in vier verschiedenen Stadien der Keimlinge gegeben, nämlich am 1., 2., 3. und 4. Tage nach der Aussaat. Der Wachs-

TABELLE 6. Wachstumsverlauf des Mesokotyls von *Avena byzantina* im Dunkel und unter Lichtwirkung.

Tag	Mesokotyllänge in mm				
	K-Pfl.	T1-Pfl.	T2-Pfl.	T3-Pfl.	T4-Pfl.
2	1.0				
3	5.6		2.4		
4	28.8		12.0		
5	71.0	49.0	36.9	37.0	43.1

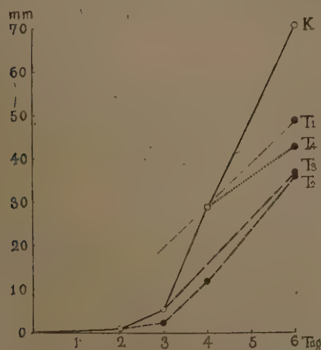


Fig. 23. Wachstumsverlauf des Mesokotyls im Dunkel und unter Lichtwirkung.

Abkürzungen s. Tab. 3.

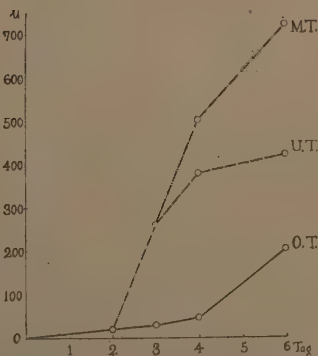


Fig. 24. Zellstreckungsverlauf des Mesokotyls im Dunkel.

Abkürzungen s. Tab. 4 und Fig. 12.

tumsverlauf des Mesokotyls ist in Tab. 6 und Fig. 23 dargestellt Durch die Belichtung kommt eine deutliche Wachstumshemmung vor, die durch die Kurven T1-T4 gezeigt wird.

(2) Anatomische Betrachtungen des Dunkelwachstums

Aus Tab 7 ist ersichtlich, dass die Zellteilung am 4. Tage nach der Aussaat aufhört. In den Kurven der Fig. 24 ist der Zellstreckungsverlauf in den drei Mesokotylteilen veranschaulicht. Es ist bemerkenswert, dass die Kurve für den mittleren Teil in ähnlicher Weise wie die Kurven der Fig. 23 verläuft, und ferner dass die Zellänge im unteren Tcile nach dem 4. Keimtage beinahe konstant bleibt.

TABELLE 7. Zellstreckungsverlauf des Mesokotyls von *Avena byzantina* im Dunkel und unter Lichtwirkung.

Zahlen in dicken Buchstaben bedeuten das Vorhandensein von Zellteilungsbildern. (Abkürzungen s. Tab. 4.)

	Zellenlänge in μ								
	2. Tag	3. Tag		4. Tag			5. Tag		
	O.M.U.T.	O.T.	M.U.T.	O.T.	M.T.	U.T.	O.T	M.T.	U.T.
K-Pfl.	22.0 (2145)	28.7 (3300)	248.0 (230)	46.7 (1544)	503.3 (269)	377.0 (170)	203.3 (325)	718.1 (212)	419.1 (161)
T1-Pfl.							263.5 (209)	720.8 (112)	418.8 (147)
T2-Pfl.		46.8 (3280)		117.5 (820)	508.9 (198)	240.6 (320)	249.4 (180)	742.8 (210)	321.8 (189)
T3-Pfl.							249.1 (227)	690.7 (169)	312.0 (262)
T4-Pfl.							236.7 (425)	492.1 (213)	340.5 (276)

(3) Lichteinfluss auf das Mesokotylgewebe

Die Versuchsdaten sind in Tab. 7 zusammengestellt und in Fig. 25–27 veranschaulicht.

Bei der Belichtung am ersten Keimtage ist im oberen Teile die Endlänge der Zellen beinahe gleich wie die der Kontrolle oder sogar etwas grösser. Es ist hier aber zu bemerken, dass wir von dem sofortigen Lichteinfluss auf die Zellstreckung noch keine sichere Kunde haben, da sich die Messung nur auf die Endlängen bezieht.

Bei der Belichtung am 2. Tage sind die Zellen am Versuchsende etwas länger als bei den Kontrollen, abgesehen von denjenigen im unteren

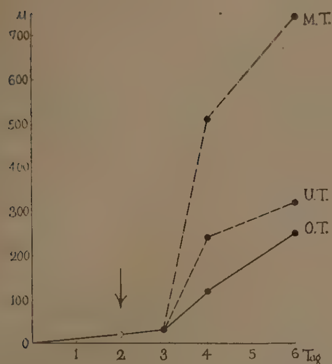


Fig. 25. Zellstreckungsverlauf der T2-Pflanzen.
Abkürzungen s. Fig. 12.

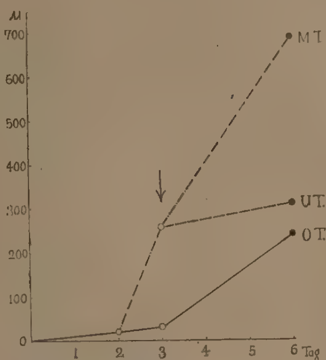


Fig. 26. Zellstreckungsverlauf der T3-Pflanzen.
Abkürzungen s. Fig. 12.

Teile. Die Belichtung hat sofort eine starke Zellstreckungshemmung zur Folge und das Mesokotyl bleibt mindestens bis zum 3. Tage so kurz, dass es unmöglich ist, die drei Teile zu unterscheiden. Danach tritt aber die Zellstreckung wieder kräftig ein. Die Zellteilung wird auch gehemmt, nämlich am 3. Tage ist keine Zellteilungsfigur mehr zu finden, während man bei den Kontrollen im oberen Teile noch viele beobachten kann.

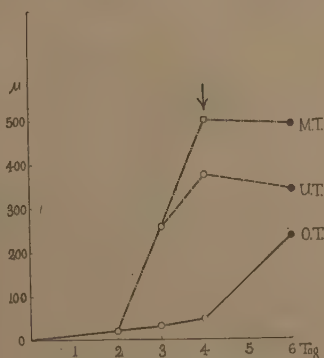


Fig. 27. Zellstreckungsverlauf der T4-Pflanzen.
Abkürzungen wie vor.

Ganz ähnlich wie bei dem obigen Falle geht, vom mittleren Teile abgesehen, die Hemmung bei der Belichtung am 3. Keimtage vor sich.

Bei der Belichtung in noch späteren Stadien, wie am 4. Keimtage, findet die Hemmung ganz anders statt; d.h. die Zellstreckung wird gleich nach der Belichtung im mittleren und unteren Teile vollkommen gehemmt, während sie im oberen Teile vielmehr beschleunigt wird.

(4) Analyse des Lichteinflusses auf die Zellteilung und die Zellstreckung

Mittels der bei *Avena sativa* gegebenen Formeln sind die Prozente der Wachstumshemmung des Mesokotyls, die berechneten Zellenzahlen, die Prozente der Teilungshemmung und die der Streckungshemmung der Zellen berechnet und in Tab. 8 zusammengestellt.

TABELLE 8. Hemmungsprozente der Zellteilung und der Zellstreckung von *Avena byzantina*. (Abkürzungen s. Tab. 5.)

	M.E.L. in mm	M.H.P.	B.Z.Z.	Z.T.H.P.	Z.S.H.P. (ber.)	Z.S.H.P. (gemess.)		
						O.T.	M.T.	U.T.
K.	71.0	0	115	0	0	0	0	0
T1.	49.0	31	81	30	1	−30	0	0
T2.	36.0	50	62	46	7	−23	−3	23
T3.	37.0	48	65	43	8	−18	3	25
T4.	43.1	39	107	7	34	−17	31	19

Nun deuten die Werte von B.Z.Z. darauf hin, dass die Zellteilung bei der Belichtung am 2. bis 3. Tage am stärksten gehemmt wird, während bei der Belichtung am ersten Tage die Nachwirkung immer schwächer wird, indem das Zellteilunsvermögen wiederhergestellt wird, wenn auch der Wert von B.Z.Z. der Kontrolle nicht mehr erreichen werden kann.

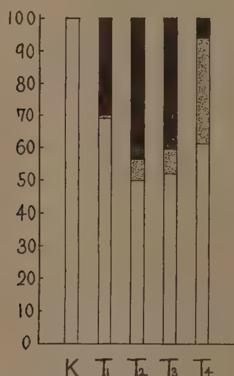


Fig. 28. Schematische Darstellung der Hemmungswirkung des Lichtes auf die Teilung und Strekkung der Zellen.

Vgl. die Erklärung bei *Avena sativa*.

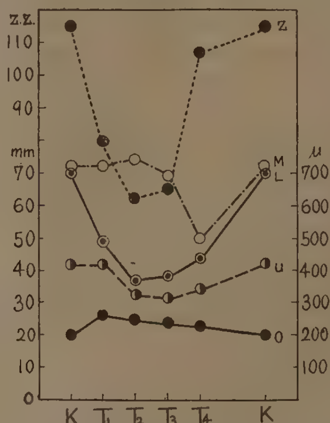


Fig. 29. Hemmungsverhältnisse des Mesokotyls und seines Gewebes bei verschiedenen Belichtungsaltern.

Abkürzungen s. Fig. 22.

Vergleicht man die gemessenen Prozente der Zellstreckungshemmung mit den berechneten, so findet man, grob genommen, eine Übereinstimmung untereinander. In Fig. 28 ist die Beziehung zwischen der Zellteilungs- und der Zellstreckungshemmung schematisiert.

Der Zusammenhang zwischen dem Belichtungsstadium und der Endlänge des Mesokotyls sowie seiner Zellen in den drei Teilen und der Zellenzahl ist in Fig. 29 veranschaulicht.

Bei der Belichtung in früheren Stadien geht die Kurve der Endlänge des Mesokotyls (L.) zu der der Zellenzahl beinahe parallel; mit anderen Worten, die Wachstumshemmung des Mesokotyls lässt sich auf die Zellteilung beschränken. Was die Zellenlänge anbetrifft, so ist bemerkenswert, dass die Hemmung im mittleren Teile durch spätere Belichtung am stärksten stattfindet; im oberen Teile dagegen wird die Zellstreckung der belichteten Pflanzen beschleunigt.

Zusammenfassung

Die Wachstumsverhältnisse des Mesokotylgewebes bei *Avena byzantina* im Dunkel sind ganz dieselben wie bei *Avena sativa*. Was die Lichtwirkung auf die Zellen anbetrifft, kann man im allgemeinen keinen merklichen Unterschied von *Avena sativa* bemerken, ja, sogar lässt sich hier viel deutlicher nachweisen, dass bei den in früheren Stadien belichteten Keimlingen nach der Belichtung eine starke Wiederherstellung der Zellstreckung stattfindet, sodass solches Mesokotyl am Ende des Wachstums längere Zellen als diejenigen der Kontrollen zu haben pflegt.

(V) *Oryza sativa* "Mayang Mas"

(1) Wachstumsverlauf des Mesokotyls im Dunkel und unter Lichtwirkung

TABELLE 9. Wachstumsverlauf des Mesokotyls von *Oryza sativa* "Mayang Mas" im Dunkel und unter Lichtwirkung.

Tag	Mesokotyllänge in mm			
	K-Pflanzen	T2-Pflanzen	T3-Pflanzen	T4-Pflanzen
3	2.7			
4	14.1		3.1	
5	22.1		3.4	14.1
6	22.2	4.3	4.0	15.4

Aus Tab. 9 und Fig. 30 geht hervor, dass das Mesokotyl am 3. bis 5. Tage nach der Aussaat am schnellsten wächst und schon am 5. Tage sein Wachstum so gut wie abschliesst. Es wird nach der Belichtung im grossen und ganzen sofort gehemmt, indem es dann nicht mehr von diesem Lichteinfluss befreit wird. Es weisen deshalb die Hemmungsprozente des Mesokotylwachstums durch die Belichtung sehr grosse Werte auf, nämlich 80, 82 und 31% für T2-, T3-, und T4-Pflanzen.

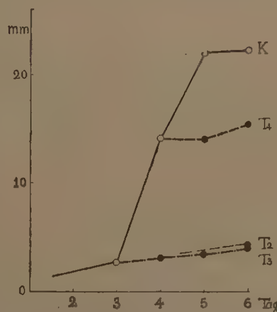


Fig. 30. Wachstumsverlauf des Mesokotyls im Dunkel und unter Lichtwirkung.

(2) Anatomische Betrachtungen des Dunkelwachstums

Die Zellteilung ist 3 bis 4 Tage nach der Aussaat beendet und das nachherige Wachstum des Mesokotyls hängt nur noch von der Zellstreckung ab. Der Zellstreckungsverlauf ist in Tab. 10 und Fig. 31 gezeigt.

TABELLE 10. Zellstreckungsverlauf des Mesokotyls von *Oryza sativa* "Mayang Mas" im Dunkel und unter Lichtwirkung.

	Zellenlänge in μ										
	3. Tag		4. Tag			5. Tag			6. Tag		
	O.T.	M.U.T.	O.T.	M.T.	U.T.	O.T.	M.T.	U.T.	O.T.	M.T.	U.T.
K.	18.1 (3722)	39.9 (564)	46.4 (2264)	139.4 (1221)	98.0 (963)	87.9 (1120)	149.9 (1477)	123.2 (683)	123.2 (853)	148.5 (1037)	120.9 (794)
T2.										84.6 (645)	
T3.				25.1 (2119)			27.9 (2033)			30.9 (1900)	
T4.						35.4 (2418)	131.0 (1132)	101.1 (705)	59.1 (1469)	132.1 (618)	124.5 (447)

Der Verlauf für den oberen Teil lässt sich durch eine gerade Linie darstellen, für den mittleren und unteren aber durch die Kurven, die erst steil, dann langsamer, und schliesslich am 5. Tage beinahe horizontal verlaufen. Dies Verhalten der Zellstreckung zeigt wohl den Umstand, dass das Wachstum des Mesokotyls am 3. bis 4. Keimtage am schnellsten ist. Der Zuwachs am 4. bis 5. Tage beruht aber hauptsächlich auf der Zellstreckung des oberen Teils und der Übergangsregion nach dem mittleren Teil.

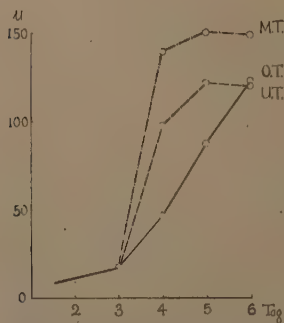


Fig. 31. Zellstreckungsverlauf der Mesokotyls im Dunkel.

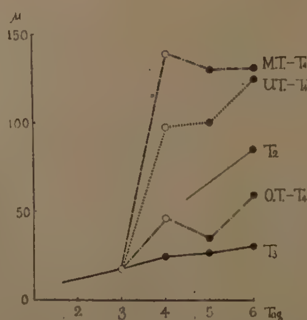


Fig. 32. Zellstreckungsverfauf der T2- T3- und T4-Pflanzen.

(3) Lichteinfluss auf das Mesokotylgewebe

Das Wachstum des Mesokotyls wird hier unter der Lichtwirkung so stark gehemmt, dass es sich bei den T2- und T3- Pflanzen, deren Mesokotylendlänge nur 4.3 resp. 4.0 mm beträgt, nicht in die erwähnte Dreiteilung aufteilen lässt. Es soll im Folgenden von der Lichthemmung eingehend die Rede sein.

(a) Ein Vergleich mit der Kontrolle zeigt, dass bei der Belichtung am 2. Tage die Zellen etwas verkürzt werden. Es liegt also nahe, dass die Zellteilung sofort nach der Belichtung stark gehemmt wird. Davon wird in dem nächsten Paragraphen eingehend die Rede sein.

(b) Bei der Belichtung am 3. Keimtage hören sowohl die Zellteilung als auch die Zellstreckung vollkommen auf, wie Fig. 28 klar zeigt. Hier beträgt die Zellenlänge am 4. Keimtage (d.h. 1 Tag nach der Belichtung) nur 0.025 mm und kein Zellteilungsbild lässt sich aufweisen, während bei der Kontrolle in demselben Keimalter die Zellenlänge selbst im oberen Teile, wo sie am kürzesten ist und die Zellteilungsbilder noch reichlicher vorhanden sind, 0.04 mm erreicht. Die kürzeste Zellenlänge der belichteten Pflanzen beträgt am Versuchsende ca. 30 μ, was nur 1/4 oder 1/5 derjenigen der Kontrolle entspricht. Die so verkürzten Zellen weisen etwas abgerundete Form und verdickte Wände auf.

(c) Bei der Belichtung am 4. Keimtage wird die Zellstreckung sofort gehemmt; aber die Zellen in den oberen und unteren Teilen werden dann von der Hemmung teilweise befreit, wenngleich die Zellteilung bereits abgeschlossen ist.

Bei denjenigen Mesokotylen, deren Wachstum durch das Licht stark gehemmt wurde, wie bei T3-Pflanzen, lokalisieren die kürzesten Zellen nicht an der oberen Grenze, sondern an dem von der Koleoptilgrenze um einige Zellen entfernten Bezirke.

TABELLE 11. Hemmungsprozente der Zellteilung und der Zellstreckung von *Oryza sativa* "Mayang Mas". (Abkürzungen wie vor.)

	M.E.L. in mm	M.H.P.	B.Z.Z.	Z.T.H.P.	Z.S.H.P. (ber.)	Z.S.H.P. (gemess.)		
						O.T.	M.T.	U.T.
K.	22.2	0	162	0	0	0	0	0
T2.	4.3	80	51	68	37	30	43	29
T3.	4.0	82	129	20	77	75	79	74
T4.	15.4	31	146	9	24	51	11	0

Das Verhältnis zwischen der Teilungs- und der Streckungshemmung ist in Fig. 33 schematisiert, woraus leicht zu verstehen ist, dass, je später belichtet wird, desto kleiner die Zellteilungshemmung wird und

um so grösser die Streckungshemmung. Dies ist begreiflicherweise mit dem Gewebezustand, bzw. mit dem Zellteilungsvermögen des Gewebes zur Zeit der Belichtung eng verknüpft.

Fig. 34 zeigt die Verhältnisse der Mesokotylendlänge, der Zellenzahl und der Endlänge der Zellen in jedem der Mesokctylteile. Das Minimum der Mesokotyl- und Zellenlänge fällt auf den 3. Keimtag, und das der Zellenzahl auf den 2. Keimtag, was wieder auf die Zeitfolge der Teilungs- und Streckungshemmung hindeutet.

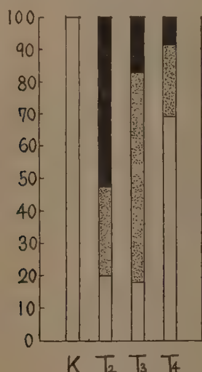


Fig. 33. Schematische Darstellung der Hemmungswirkung des Lichtes auf die Teilung und die Streckung der Zellen.

Vgl. die Erklärung bei *Avena sativa.*

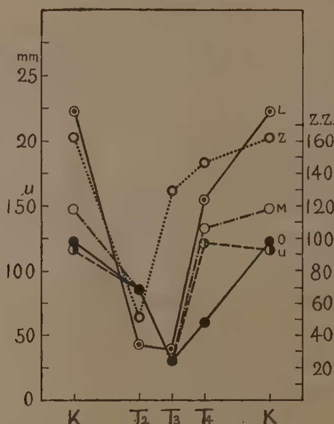


Fig. 34. Hemmungsverhältnisse des Mesokotyls und seines Gewebes bei verschiedenen Belichtungsaltern. Abkürzungen s. Fig. 22.

Zusammenfassend kann man folgendermassen schliessen:—

Bei *Oryza sativa* "Mayang Mas" übt das Licht sowohl auf die Zellteilung als auch auf die Zellstreckung einen stärkeren Einfluss aus, im Vergleich mit *Avena*-Arten, und zwar so stark, dass die Zellen dann ihre Streckungs- sowie Teilungsvermögen nicht mehr wiederherstellen können.

Im früheren Stadium (am 2. Tage) ist die Hemmung hauptsächlich auf die Zellstreckung beschränkt, während am 3. Tage, wo der Keimling am empfindlichsten ist, beide Hemmungen stattfinden.

(VI) *Oryza sativa* "Pinang"

(1) Wachstumsverlauf des Mesokotyls im Dunkel und unter Lichtwirkung

Wie Tab. 12 und Fig. 35 zeigen, weisen die Dunkelpflanzen während des 4. bis 6. Keimtages sehr schnelles Wachstum auf, durch die Belichtung wird aber ihr Wachstum sofort sistiert.

TABELLE 12. Wachstumsverlauf des Mesokotyls von *Oryza sativa* "Pinang" im Dunkel und unter Lichtwirkung.

	Mesokotyllänge in mm				
Tag	K-Pfl.	T2-Pfl.	T3-Pfl.	T4-Pfl.	T5-Pfl.
3	2.6				
4	10.8		7.2		
5	32.5				
6	63.8	22.0	9.0	11.0	40.2

(2) Anatomische Betrachtungen des Dunkelwachstums

Tab. 13 zeigt den Zellteilungsverlauf des Dunkelwachstums. Die Zellteilung hört etwa am 5. Tage nach der Aussaat auf.

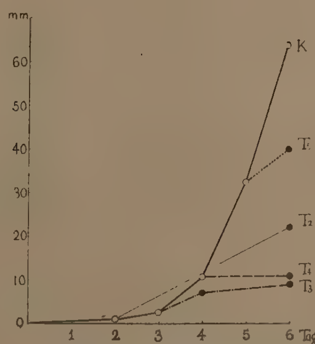


Fig. 35. Wachstumsverlauf des Mesokotyls im Dunkel und unter Lichtwirkung.

TABELLE 13. Zellstreckungsverlauf des Mesokotyls von *Oryza sativa* "Pinang" im Dunkel und unter Lichtwirkung.

	Zellenlänge in μ									
	3. Tag	4. Tag			5. Tag			6. Tag		
	Insgesamt	O.T.	M.T.	U.T.	O.T.	M.T.	U.T.	O.T.	M.T.	U.T.
K.	15.4 (1937)	17.2 (3906)	107.2 (1614)	100.3 (1117)	25.9 (3061)	155 2 (1638)	123.0 (861)	37.1 (3497)	166.8 (1277)	129.8 (719)
T2.								49.1 (1601)	113.2 (2031)	105.6 (865)
T3.		20.7 (3755)	96.9 (1083)					48.7 (1508)	111 5 (1259)	
T4.								28.2 (3250)	104.5 (1780)	109.9 (862)
T5.								31.3 (3990)	151.9 (1303)	119.2 (970)

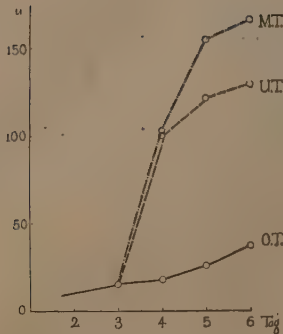


Fig. 36. Zellstreckungsverlauf des Mesokotyls im Dunkel.

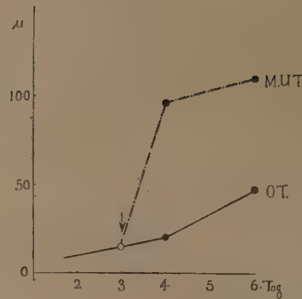


Fig. 37. Zellstreckungsverlauf der T3-Pflanzen.

(3) Lichteinfluss auf das Mesokotylgewebe

Grob gesagt, wirkt das Licht auf die Zellen dieser Pflanze ähnlich wie bei *Oryza sativa* "Mayang Mas" ein (Tab. 13 und Fig. 37–39).

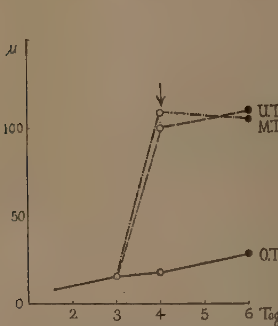


Fig. 38. Zellstreckungsverlauf der T4-Pflanzen.

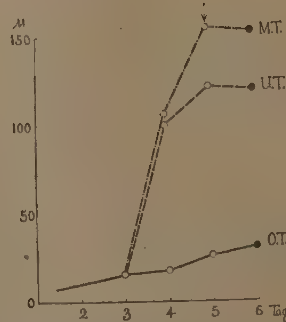


Fig. 39. Zellstreckungsverlauf der T5-Pflanzen.

Bei den T2-Pflanzen sind die Zellen in den mittleren und untern Teilen kürzer, im oberen Teile aber etwas länger als bei den Kontrollen. Bei der Belichtung am 3. Keimtage tritt die Zellteilungshemmung sofort auf, sodass am folgenden Tage kein Zellteilungsbild mehr beobachtet wird, während bei den Kontrollen die Kernteilungsbilder noch reichlich nachgewiesen werden können. Das Mesokotyl bleibt dann noch ziemlich kurz. Die Endlänge der Zellen ist im oberen Teile etwas grösser, im mittleren Teile kleiner als die der Kontrolle.

Bei den T4- und T5-Pflanzen werden die Zellen nach der Belichtung sofort einer starken Streckungshemmung unterworfen, die oberen Teile ausgenommen, wo sie später mehr oder weniger wieder von ihr befreit werden.

Die Form und Wände der Zellen sind ähnlich wie bei "Mayang Mas".

(4) Analyse des Lichteinflusses auf die Zellteilung und die Zellstreckung

TABELLE 14. Hemmungsprozente der Zellteilung und der Zellstreckung von *Oryza sativa* "Pinang". (Abkürzungen wie vor.)

	M.E.L. in mm	M.H.P.	B.Z.Z.	Z.T.H.P.	Z.S.H.P. (ber.)	Z.S.H.P. (gemess.)		
						O.T.	M.T.	U.T.
K.	63.8	0	488	0	0	0	0	0
T2.	22.0	66	234	52	29	−32	32	18
T3.	9.0	86	108	78	36	−31	33	14
T4.	11.0	83	186	62	55	24	37	15
T5.	40.2	37	360	26	15	16	9	8

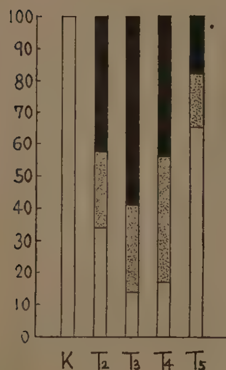


Fig. 40. Schematische Darstellung der Hemmungswirkung des Lichtes auf die Teilung und Streckung der Zellen.



Fig. 41. Hemmungsverhältnisse des Mesokotyls und seines Gewebes bei verschiedenen Belichtungsaltern.

Die Werte der B.Z.Z. von Kontrolle und T5-Pflanzen sollten theoretisch miteinander übereinstimmen; in Wirklichkeit ist dies aber nicht der Fall.

Die Hemmungsverhältnisse der Zellteilung und Zellstreckung mit Bezug auf die Länge des Mesokotyls sind in Fig. 40 schematisiert.

In Fig. 41 sind die Zellenzahl, die Endlänge des Mesokotyls und die der Zellen in den drei Teilen, mit Bezug auf die verschiedenen Belichtungsalter graphisch dargestellt. Wegen der ziemlich schwachen Streckungsfähigkeit einzelner Zellen, sowohl der belichteten als auch der der Kontrolle, wird die Hemmung in der Zellstreckung nicht so deutlich aufgewiesen. Das Minimum der Mesokotylendlänge und der Zellenzahl fällt auf den dritten Keimtag, das der Zellenlänge zwischen 2. bis 4. Keimtag.

Insgesamt kann man schliessen:—

Die Lichtwachstumshemmung ist bei *Oryza sativa* "Pinang" ebenso klar nachzuweisen wie bei "Mayang Mas"; und zwar hemmt das Licht sehr kräftig sowohl die Zellteilung als auch die Zellstreckung. Da die Endlänge der Zellen bei diesen Pflanzen im allgemeinen nicht zu gross zu werden pflegt, ist die Hemmung der Zullteilung viel grösser als die der Zellstreckung.

(VII) *Zea mays* "Akahaze"

(1) Wachstumsverlauf des Mesokotyls im Dunkel und unter Lichtwirkung

Die Lichtwachstumshemmung von Mesokotyl war nicht so deutlich nachzuweisen als bei den Untersuchungen HAMADA's, vielleicht wegen einiger Umstände wie Samenspezialitäten, Grösse der Kulturkästen usw. Die Ergebnisse sind in Tab. 15 bzw. Fig. 42 gezeigt.

TABELLE 15. Wachstumsverlauf des Mesokotyls von *Zea mays* "Akahaze" im Dunkel und unter Lichtwirkung.

	Mesokotyllänge in mm		
Tag	K-Pflanzen	T2-Pflanzen	T4-Pflanzen
2	2.4		
2½	6.6	3.8	
3	14.6	8.5	
4	64.2	55.0	
5	104.0	77.1	102.7
6	146.0	121.0	129.1

Auch hier kann man sehen, dass das Wachstum des Mesokotyls durch die Belichtung sofort gehemmt wird. Diese Wirkung hört aber bald auf und das Mesokotyl wächst dann normal wie bei der Kontrolle. Das lichtempfindlichste Stadium des Mesokotyls scheint auf den 2. bis 3. Tag nach der Aussaat zu fallen.

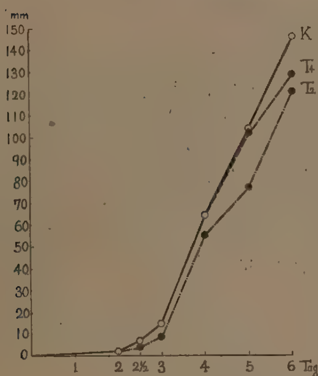


Fig. 42. Wachstumsverlauf des Mesokotyls im Dunkel und unter Lichtwirkung.

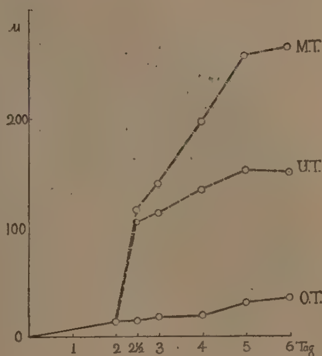


Fig. 43. Zellstreckungsverlauf des Mesokotyls im Dunkel.

(2) Anatomische Betrachtungen des Dunkelwachstums

TABELLE 16. Zellstreckungsverlauf von *Zea mays* "Akahaze" im Dunkel und unter Lichtwirkung.

Tag	Zellenlänge in μ								
	Kontrollpflanzen			T2-Pflanzen			T4-Pflanzen		
	O.T.	M.T.	U.T.	O.T.	M.T.	U.T.	O.T.	M.T.	U.T.
2	13.9 (1183)								
2½	14.3 (1488)	116.7 (317)	105.1 (132)	17.4 (1781)		53.6 (894)			
3	17.8 (1368)	139.9 (508)	112.8 (522)	23.6 (949)	173.1 (356)	79.2 (573)			
4	18.5 (1352)	197.2 (596)	135.0 (530)	28.1 (946)	254.1 (432)	141.1 (345)			
5	30.9 (1395)	257.8 (349)	151.8 (553)	30.2 (934)	261.0 (304)	132.2 (413)	27.8 (1562)	189.6 (545)	85.0 (880)
6	35.2 (834)	284.3 (267)	149.0 (424)	31.5 (501)	319.6 (181)	134.7 (659)	46.3 (793)	260.2 (236)	117.0 (498)

Normalpflanzen 52.7 (2427)

Die Zellteilung dauert im oberen Teile des Mesokotyls sehr lange bis zum 5. Tage nach der Aussaat, eine ganz merkwürdige Erscheinung, der bei anderen Gramineen wie *Avena* und *Oryza*-Arten nicht zu

begegnen ist. Dies mag wohl auf energisches und langandauerndes Zellteilungsvermögen zurückzuführen sein.

Die Zellen des mittleren Teiles, wie aus Fig. 43 hervorgeht, strecken sich bis zum 2½. Tage sehr stark, von welchem Tage an diese Streckung bis zum 6. Tage etwas schwächer, aber mit ungefähr konstanter Schnelligkeit vor sich geht. Im unteren Teile hören sie am 5. Tage auf zu wachsen, während der obere Teil auch am 5. oder 6. Tage sich noch im meristematischen Zustande befindet.

Schliesslich ist noch zu bemerken, dass die Zellen des mittleren Teils am Versuchsende trotz der grossen Endlänge des Mesokotyls ziemlich kurz bleiben.

(3) Lichteinfluss auf die Teilung und die Streckung der Zellen

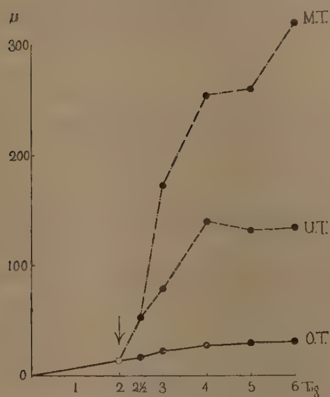


Fig. 44. Zellstreckungsverlauf der T2-Pflanzen.

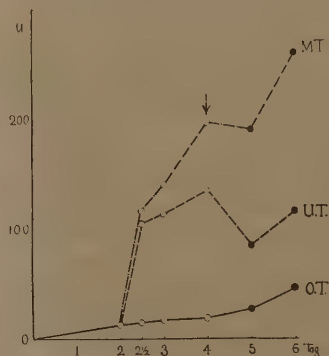


Fig. 45. Zellstreckungsverlauf der T4-Pflanzen.

Die Belichtung am 2. Keimtage bewirkt sofort eine Hemmung der Zellstreckung, wie aus Fig. 44 klar ersichtlich ist. Aber die Zellen werden bald von der Hemmung befreit und fangen an, viel schneller als bei der Kontrolle zu wachsen. Die Zellen sind immer etwas grösser als die der Kontrolle.

Was die Zellteilung anbetrifft, ist auch eine ähnliche Hemmung zu erwarten, aber nach den anatomischen Beobachtungen ist in diese Verhältnisse noch keine Klarheit zu bringen.

Bei der Belichtung am 4. Keimtage findet die Hemmung der Zellstreckung sofort nach der Lichtdosierung statt, obwohl diese Zellstreckung nachher etwas wiederhergestellt wird. Für den oberen Teil aber ist noch kein sicherer Schluss gezogen worden.

Zusammenfassung

Bei *Zea mays* "Akahaze" tritt die Lichthemmungsreaktion im allgemeinen sehr schwach in Erscheinung, sodass sie anatomisch nicht klar nachgewiesen werden kann. Die Hemmung der Zellstreckung tritt gleich nach der Belichtung auf, aber sie hört bald auf; die der Zellteilung findet so schwach statt, dass die Anzahl der Zellteilungsbilder im Gewebe nur ein wenig geringer als bei der Kontrolle ist.

Die Tatsache, dass die Zellteilungsbilder bis zum 5. Keimtage zutagetreten, zeigt, dass das Zellteilungsvermögen im Mais-Gewebe sehr lebhaft ist, d.h. dass das Gewebe im meristematischen Zustande so lange dauert, dass das Licht bei der hier gebrauchten Dosis auf das Wachtum des Mesokotyls keinen beträchtlichen Einfluss ausüben kann.

(VIII) *Andropogon Sorghum*

Da das Mesokotyl dieser Pflanze bei der genannten Lichtdose nicht so empfindlich reagiert und ferner das Gewebe bei der Herstellung der Präparate sehr zerbrechlich ist, war kein klares Resultat zu gewinnen.

Man kommt also zu dem Schluss, dass das Wachstum des Mesokotyls von *Andropogon Sorghum* im Dunkel sowie unter Lichtwirkung in seinen zwei Komponenten ähnlich wie bei *Zea mays* vor sich geht. Die Zellteilung endet etwas früher als bei Mais, nämlich 4 bis 5 Tage nach der Aussaat. Die maximale Zellenlänge beträgt ca. 0.33 mm, die Endlänge des Mesokotyls ca. 60 mm, ist also viel kleiner als die von *Zea mays*.

(D) Diskussion

(1) Das Verhalten des Mesokotylgewebes gegen das Licht

Soweit unsere Versuche gezeigt haben, gibt es drei Typen der Lichtreaktion auf die zweierlei Komponenten des Wachstums von Mesokotyl.

(a) Das Licht wirkt auf die Teilung sowie die Streckung der Zellen stark hemmend, aber bei der Belichtung in jüngeren Keimlingsaltern wird die Streckung später einigermassen von seiner Hemmung befreit. Hierher gehören die *Avena*-Arten, *A. sativa* und *A. byzantina*.

(b) Eine vollkommene Hemmung tritt sowohl in der Zellteilung als auch in der Zellstreckung auf, ohne nachherige Erholung,—*Oryza sativa* "Pinang" und "Mayang Mas".

(c) Beiderlei Hemmungen werden sehr schwach aufgewiesen mit nachheriger Wiederherstellung der Zellstreckungs- sowie der Zellteilungstätigkeit,—*Zea mays* und *Andropogon Sorghum*.

Es ist hier zu erwähnen, dass diese Verschiedenheit nur bei Lichtdosen von ca. 1260 MK. × 30 Min. auftritt, bei langdauerndem Sonnenlicht werden aber die beiden Tätigkeiten vollkommen gehemmt.

Da AVERY und seine Mitarbeiter (1937) die Keimlinge mit einer 1000 Watt-Lampe die ganze Kulturdauer hindurch kontinuierlich belichteten, ist es selbstverständlich, dass dann das Mesokotylwachstum stark herabgesetzt und die Teilungs- bzw. die Streckungstätigkeit der Zellen fast völlig sistiert wurde. Die genannte Lichtdose, die zwischen der unseren und der des freien Sonnenlichtes liegt, darf man also als minimale Grenze der maximalen Hemmung betrachten.

Aus meinen Ergebnissen ist klar geworden, dass die Reagierbarkeit des Mesokotyls sowie seines Gewebes auf das Licht je nach den Gramineenarten verschieden ist, insofern die Lichtmenge unterhalb der minimalen Grenze der Maximalhemmung bleibt. Diese Grenzdose weist bei den drei oben klassifizierten Gruppen sowohl in der Teilung als auch in der Streckung verschiedene Wirkung auf, nämlich die Wirkung ist in der c Gruppe am kleinsten, in der b Gruppe am grössten und in der a Gruppe mittelmässig. Das Widerstandsvermögen des Gewebes gegen das Licht ist also ganz umgekehrt. Es ist dabei sehr merkwürdig, dass in der c Gruppe die Teilungstätigkeit lange anhält und die Zellenlänge nicht so klein ist, während bei der b Gruppe beide Tätigkeiten nicht gross sind, sowie, dass ausserdem bei der a Gruppe zwar die Zellenlänge gross ist, aber das Teilungsvermögen viel früher aufhört (vgl. Tab. 17 und 18).

Aus diesen Verhältnissen lässt sich ersehen, dass die Teilung und die Streckung der Zellen weit voneinander unabhängig vor sich gehen.

(2) Samenalter und physiologisches Verhalten der Keimlinge

HAMADA (1933) hat kurz darauf bemerkt, dass das Alter des Samens mit dem Keimungsverhalten in enger Beziehung steht. Dies war auch bei meinen Versuchen der Fall, da ich Samen von der gleichen Ernte wie HAMADA nach ein- bis zweijähriger Aufbewahrung im Vorratgefässe gebraucht hatte.

Die Samen keimten in meinen Untersuchungen je nach den Arten etwa 1 bis 1½ Tage später als bei HAMADA'schen Versuchen, nur bei *Avena sativa* war dies nicht so deutlich. Infolge dieser Verzögerung verschob sich auch jedes Entwicklungsstadium des Keimlings, also auch die lichtempfindliche Periode.

(3) Beziehung der Endlänge des Mesokotyls zu seinen Zellen

Die Beziehung zwischen der Zellen- und der Organgrösse ist seit früher von vielen Forschern untersucht worden und zwar je nach den

Pflanzen-, Organen- oder Gewebe-Arten sowie nach karyologischen bzw. entwicklungsgeschichtlichen Verhältnissen mit verschiedensten Schlüssen. Soweit es sich nun um das Mesokotyl unserer Versuchspflanzen handelt, kommt der Zusammenhang im Dunkel je nach den Arten in verschiedener Weise zur Erscheinung (Tab. 17).

Es gibt also keine allgemeingültige Gesetzmässigkeit, nur dass für einunddieselbe Art dieses Verhältnis je nach dem Organteile ähnliche Werte aufweist. Die maximale sowie minimale Zellenlänge ist nämlich von artspezifischer Natur, ganz unabhängig von der Mesokotyllänge. Aus Tab. 17 geht hervor, dass die Zellenlänge für sich stark streckende Mesokotyle wie *Zea mays* verhältnismässig klein, bei *Avena* Arten dagegen sehr gross ist, wenngleich die Endlänge sich nicht so verhält wie bei Mais.

Ebensowenig kann man auch bei den belichteten Pflanzen eine Gesetzmässigkeit bemerken.

TABELLE 17. Maximalzellenlänge und Endlänge des Mesokotyls im Dunkel.

	Versuchsende (Tag)	Mesokotylendlänge in mm	Maximal-Zellänge in mm	$\frac{\text{Max. Zellänge}}{\text{Mes. Endlänge}} \times 100$
Avena sativa	5	61	0.61	1.00
Avena byzantina	6	71	0.72	1.01
Oryza sativa "M.M."	6	23	0.15	0.65
Oryza sativa "P."	6	64	0.16	0.25
Zea mays	6	147	0.28	0.19
Andropogon Sorghum	6	60	0.33	0.55

(4) Über die teilungsfähige Zellgrösse am Endstadium der Zellteilung

TABELLE 18. Zellenlänge (Z.L.) und Mesokotyllänge (M.L.) im Endstadium der Zellteilung (E.S.Z.) sowie des ganzen Mesokotylwachstums (E.S.W.).

Pflanzen	E.S.Z. (Tag)	M.L. in mm (E.S.Z.)	M.L. in mm (E.S.W.)	Z.L. in μ (E.S.Z.)	Z.L. in μ (E.S.W.)
Avena sativa	2–3	3.8–6.5	61	46–100	610
Avena byzantina	4	28	71	46	720
Oryza sativa "M.M."	4	14	23	46	150
Oryza sativa "P."	5	32	64	26	160
Zea mays	5–6	120	147	31–35	280

Wie die Tabelle zeigt, tritt das Endstadium der Zellteilung im oberen Teile des Mesokotyls je nach den Arten, unabhängig von dem

Streckungsvermögen des Mesokotyls sowie seiner Zellen, verschieden auf. Die Zellenlänge eben am Ende der Zellteilung ist aber spezifisch ziemlich konstant, was darauf hindeutet, dass zwischen der Teilungstätigkeit und der teilungsfähigen Zellgrösse eine engere Beziehung besteht, aber zwischen der Teilungs- und Streckungstätigkeit der Zellen kein engerer Zusammenhang besteht.

(5) Länge und Gewebezustand des Mesokotyls in der lichtempfindlichsten Periode

Wie HAMADA schon klargemacht hat, tritt die Wachstumshemmung des Mesokotyls unter Lichtwirkung je nach den Entwicklungsstadien verschieden auf, und zwar gibt es eine empfindlichste Periode, die je nach den Arten etwas verschieden ist.

TABELLE 19. Länge und Gewebezustand des Mesokotyls in der lichtempfindlichsten Periode.

Pflanzen	Stadium (Tag)	Mes.-länge in mm	$\frac{\text{M.L.}}{\text{E.L. d. Mes.}} \times 100$	Gewebezustand
Avena sativa	$1\frac{1}{2}$-2	2.0-6.5	3-11%	Fast alle meristematisch, nur im unteren Teile nicht
Avena byzantina	2-3	1.0-5.6	1.4-8	Fast alle meristematisch, nur im unteren Teile nicht
Oryza sativa "M.M."	3	2.7	12	Alle meristematisch
Oryza sativa "P."	3	2.6	4	Alle meristematisch

Wie aus Tab. 19 zu sehen ist, befindet sich das Gewebe in diesem Stadium fast überall im meristematischen Zustande, von dem basalen Teile der *Avena*-Arten abgesehen, wo die Zellen etwas verlängert sind. Kurz kann man so sagen, dass der Lichteinfluss auf das Mesokotyl in demjenigen Entwicklungsstadium am stärksten ist, indem das aus meristematischen Zellen bestehende Mesokotyl eben die maximale Länge erreicht hat (Vgl. KORIBA, 1931).

(6) Betrachtungen über den Hemmungsgrad des Mesokotylzuwachses unter Lichtwirkung

Da das Mesokotyl selbst ohne Lichtwirkung ein begrenztes Wachstum aufweist, so ist es klar, dass der Prozentsatz der Wachstumshemmung mit dem Alter im reziproken Verhältnis steht. Um dies näher verständlich zu machen, habe ich den Zuwachshemmungsprozent des Mesokotyls in folgender Weise bestimmt:

$$100\times\left(1-\frac{\text{Endlänge d. bel. Mes.}-\text{Mes. Länge in Belicht. Alt.}}{\text{Endlänge d. Kon. Mes.}-\text{Mes. Länge in Belicht. Alt.}}\right)$$

Seine Werte sind unter Vergleichung mit denen der schon gegebenen Hemmungsprozente des Mesokotyls in Tab. 20 zusammengestellt.

TABELLE 20. Zusammenstellung der Zuwachshemmungsprozente (Z.H.P.) und der Hemmungsprozente des Mesokotylwachstums (M.H.P.).

Avena sativa	A-Versuch	T1.	T1½.	T3.	B-Versuch	T1½.	T3.
	M.H.P.	54	66	23		68	39
	Z.H.P.	54	68	62		70	100
Avena byzantina		T1.	T2.	T3.	T4.		
	M.H.P.	31	50	48	39		
	Z.H.P.	31	50	52	66		
Oryza sativa "Pinang"		T2.	T3.	T4.	T5.		
	M.H.P.	66	86	83	37		
	Z.H.P.	67	90	100	76		
Oryza sativa "Mayang Mas"		T2.	T3.	T4.			
	M.H.P.	80	82	31			
	Z.H.P.	85	93	84			

Aus dieser Tabelle geht hervor, dass die Zuwachshemmung durch das Licht in einem bestimmten Alter stärker ausgeprägt ist als bei jüngeren oder ältesten Stadien. Dies beruht hauptsächlich auf der Streckungshemmung der eben ihre Teilung beendeten Zellen, da der meristematische Zustand, wie aus anatomischen Ergebnissen ersichtbar ist, schon vorbeigegangen ist.

(7) Wuchsstoffproblem

Seit der Entdeckung des Wuchsstoffes in der *Avena*-Koleoptile ist dieses Organ von vielen Forschern untersucht worden. Dem Mesokotyl schenkt man dagegen weniger Beachtung. Nach der Wuchsstofftheorie von WENT soll das Wachstum des Mesokotyls von *Avena* durch Wuchsstoffmengen aus der Koleoptile reguliert werden. Es ist aber noch unentschieden, ob auch der Wuchsstoff nicht von dem Vegetationspunkt aus geliefert wird, welcher in unmittelbarer Nähe der Streckungszone des Mesokotyls liegt. Nimmt man einmal an, dass der Wuchsstoff ausschliesslich aus der Koleoptile geliefert wird, so muss man notwendig auf die verschiedene Reagierbarkeit der Zellen beider Organe schliessen. Dies scheint nach dem Ringpasten-Versuch von POHL (1937) teilweise

bewiesen worden zu sein, sofern es sich um Heteroauxin handelt, was aber in der Koleoptile nicht gebildet wird. Allerdings darf man daraus nicht ablehnen, dass der Vegetationspunkt auf das Wachstum von Mesokotyl eine wichtige Rolle spielt, denn der Vegetationspunkt ist im allgemeinen der Hauptort der Wuchsstoffbildung, und die Wachstumsverhältnisse des Mesokotyls und der Koleoptile sind so verschieden, dass man sie mit dem Wuchsstoff aus der Koleoptilspitze allein nicht erklären kann.

Ferner scheint es mir, dass im Mesokotyl ausser den Streckungshormonen auch Teilungshormone vorhanden sind, denn die Teilung und die Streckung der Zellen gehen, wie bereits erwähnt, unabhängig voneinander vor sich (Vgl. auch OVERBEEK, 1936).

Was nun die Mechanik der Lichtwirkung anbetrifft, so gibt es verschiedene Meinungen. Nach LAIBACH (1936) kommt die Lichtwachstumshemmung dadurch zustande, dass ein die Auxinwirkung fördernder Stoff im Licht inaktiviert wird, nach OVERBEEK (1936) aber dadurch, dass das Auxin selbst im Licht durch zerstörende Substanzen unwirksam gemacht wird. Auch kann man an den direkten Einfluss des Lichtes auf das Reaktionsvermögen der Zellen auf Wuchsstoff denken (WENT, 1937 OVERBEEK, 1932–33, THIMANN und SKOOG, 1934 DU BUY, 1933.). Neuerdings haben auch KONINGSBERGER und VERKAAIK (1938) die Veränderung des photolabilen Auxin-a-Lacton durch Lichtwirkung zum hormonal inaktiven Lumi-Auxin-a-Lacton wahrscheinlich gemacht. Jedenfalls ist aber die wahre Natur noch nicht ganz klar. Dies ist besonders bei dem Mesokotyl der Fall. Nicht nur durch direkte Belichtung, sondern auch durch indirekte Leitung wird sein Wachstum in verschiedener Weise beeinflusst (ARAKI und HAMADA, 1937). Die hemmende Wirkung ist bei der Belichtung ober- und unterhalb des Vegetationspunktes am stärksten, und die Lichtwirkung auf das Mesokotyl kann auch oberwärts das Wachstum der Koleoptile beeinflussen.

Bezüglich der Reaktionsverschiedenheit des Mesokotyls gegen das Licht je nach den Keimaltern sowie nach den Arten ist heute noch keine sichere Kunde zu geben. Nach DU BUY (1933) entspricht die Herabsetzung des Reaktionsvermögens der Zellen in *Avena*-Koleoptile durch das Licht allein der Veraltung der Zellen; es sollte aber auch bei dem Mesokotyl der Gewebezustand im Belichtungsstadium von grösster Wichtigkeit sein, was tatsächlich mit unseren anatomischen Ergebnissen, besonders bei der lichtempfindlichsten Periode, gut übereinstimmt. Jedenfalls darf man das artspezifische Verhalten nicht bloss als hormonale Wirkung auffassen. Es gibt viele arteigene Reaktionen, die das Wachstumsverhalten auf weiterer Grenze modifizieren können.

(E) Zusammenfassung

(1) Das Wachstum des Mesokotyls ist akropetal und die grösste Wachstumszone liegt oben in einem Bezirk von ca. 2 bis 3 mm Länge unter der Koleoptilgrenze.

(2) Ein Paar Wurzelanlagen werden im oberen Teile des Mesokotyls in gegenständiger Stellung gebildet. Ihr Abstand von der Mesokotylobergrenze wird durch das Licht deutlich beeinflusst; er wird desto länger, je früher das Mesokotyl belichtet wird.

(3) Die Hauptergebnisse der anatomischen Untersuchungen des Mesokotyls im Dunkel lassen sich folgendermassen zusammenfassen:

(a) Die maximale Zellenlänge beträgt ungefähr 0.6–0.7 mm bei *Avena*, 0.15–0.16 mm bei *Oryza sativa*, 0.28 mm bei *Zea mays* und 0.33 mm bei *Andropogon Sorghum.*

(b) Im allgemeinen ist die Endlänge der Zellen am grössten im mittleren und am kleinsten im oberen Teile.

(c) Die Zellenlänge scheint für alle Spezies bestimmt zu sein.

(d) Zwischen der Grösse des Organs und seiner Zellenlänge besteht keine merkliche Korrelation.

(e) Die Zellteilung kommt in dem mittleren und dem unteren Teile in sehr frühen Stadien zum Stillstand, im oberen Teile aber dauert sie noch ziemlich lange. Das Endstadium der Zellteilung ist je nach den Arten verschieden und die Zellenlänge in diesem Stadium ist beinahe konstant für alle von mir untersuchten Gramineenarten.

(f) Die Zellteilung geht immer entlang der Längsachse des Mesokotyls vor sich und Zellvergrösserung in Querrichtung nach der Quellung des Samens ist nicht zu beobachten.

(4) Unter den Beeinflussungsweisen des Lichtes auf das Wachstum des Mesokotyls lassen sich drei Typen unterscheiden: *Avena sativa* und *Avena byzantina* gehören dem ersten, *Oryza sativa* "Mayang Mas" sowie "Pinang" zu dem zweiten, *Zea mays* und *Andropogon Sorghum* zu dem dritten.

(a) Der erste Typus:

i) Die Zellteilung wird sofort nach der Belichtung stark gehemmt ohne nachherige Wiederherstellung, von sehr frühen Stadien abgesehen.

ii) Die Zellstreckung wird bei der Belichtung in früheren Stadien (1 bis 2 Tage) sofort gehemmt, sie wird aber bald darauf wiederhergestellt, um dann weit stärker als bei den Dunkelpflanzen vor sich zu gehen.

iii) Bei der Belichtung in späteren Altern (3–4 Tage) wird die Zelle in ihrer Streckung vollkommen gehemmt.

iv) Die Lichthemmung des Mesokotylwachstums lässt sich bei der Belichtung in früheren Stadien hauptsächlich auf die Hemmung der

Zellteilung zurückführen, bei den späteren Stadien dagegen hauptsächlich auf die der Zellstreckung.

(b) Der zweite Typus:

Das Licht beeinflusst sowohl die Zellteilung als auch die Zellstreckung stark hemmend; die Zelle wird nachher nicht von der Hemmung befreit; nur bei der Belichtung in sehr frühen Stadien fängt sie wieder einigermassen an, sich später zu strecken. Dabei kann man oft Abrundung der Zellen und Verdickung ihrer Wände beobachten.

(c) Der dritte Typus:

Sofern es sich um eine Lichtdosis von 1260 MK $\times$ 30′ handelt, tritt die Lichtbeeinflussung bei diesem Typus verhältnismässig schwach auf; sie wirkt auf die beiden Komponenten, hauptsächlich aber auf die Zellteilung, die nachher wiederhergestellt wird.

(5) Die verschiedene Reagierbarkeit des Mesokotylgewebes dieser drei Typen beruht wohl einigermassen auf der eigenen Zellteilungs- und Streckungstendenz, die sich im Dunkelwachstum kundgeben.

(6) Die von HAMADA festgestellte Tatsache, dass das Belichtungsstadium für die Maximalhemmung der Mesokotylstreckung je nach den Gramineenarten verschieden ist, lässt sich nach meinen anatomischen Beobachtungen dadurch erklären, dass das betreffende Stadium demjenigen entspricht, in welchem sich die Zellen fast alle im meristematischen Zustande befinden.

(7) Die maximale Streckungshemmung des Mesokotylzellen durch das Licht kommt im allgemeinen etwas später vor.

(F) Literaturverzeichnis

1. ARAKI, T. und H. HAMADA. (1937) Lokalisation der lichtempfindlichen Zonen in *Avena*-Keimlingen. Bot. Mag. (Tokyo) **51**.
2. ASKENASY. (1878) Neue Methode, d. Verteilung d. Wachstumsintensität zu bestimmen. Verhandl. d. Naturw. -med. Vereins zu Heidelberg. N.S. Bd. **2**.
3. ATKINS, G. A. (1936) The effect of pigment on phototropic response: A comparative study of reactions to monochromatic light. Ann. of Bot. **50**.
4. AVERY, G. S. J. (1930) Comparative anatomy and morphology of embryos and seedlings of maize, oats and wheats. Bot. Gaz. **89**.
5. ———. and P. R. BURKHOLDER. (1936) Polarized growth and cell studies on the *Avena* coleoptile, phytohormone test object. Bull. Torr. Bot. Club. **63**.
6. ———, ——— and H. B. CREIGHTON. (1937) Polarized growth and cell studies on the first internode and coleoptile of *Avena* in relation to light and darkness. Bot. Gaz. **99**.
7. BEYER, A. (1927) Zur Keimungsphysiologie von *Avena sativa*. Ber. Deutsch. Bot. Ges. **45**.

7a. ———. (1928) Beiträge zum Problem der Reizleitung. Zeitschr. f. Bot. **20**.

8. BOYSEN JENSEN. (1935) Die Wuchsstofftheorie. Jena.

9. BROTHERTON, W. and H. H. BARTLETT. (1918) Cell measurement as an aid in the analysis of quantitative variation. Amer. Jour. Bot. **5**.
10. BUCHHOLZ, M. (1921) Über die Wasserleitungsbahnen in den interkalaren Wachstumszonen monokotyler Sprosse. Flora. **114**.
11. BUY, H. G. DU. und E. NUERNBERGK. (1929) Über das Wachstum der Koleoptile und des Mesokotyls von *Avena sativa* unter verschiedenen Aussenbedingungen. Kon. Akad. Wetensch. Amsterdam. **32**.
12. ———. (1929) Weitere Untersuchungen über den Einfluss des Lichtes auf das Wachstum von Koleoptile und Mesokotyl von *Avena sativa*. Ebenda **32**.
13. ———. (1930) Über das Wachstum des Mesokotyls von *Avena sativa* unter verschiedenen Bedingungen. Ebenda **33**
14. ———. (1933) Über Wachstum und Phototropisumus von *Avena sativa*. Rec. trav. Bot. Néerl. **30**.
15. HAMADA, H. (1931) Über die Beeinflussung des Wachstums des Mesokotyls und der Koleoptile von *Avena*-Keimlingen durch das Licht. Mem. Coll. Sci. Kyoto Imp. Univ. Series B. **6**.
16. ———. (1933) Wachstumsverhältnisse der Keimorgane von verschiedenen Gramineen im Dunkel und bei Belichtung mit besonderer Berücksichtigung ihrer systematischen Stellung. Ebenda **9**.
17. ———. (1937) Physiologisch-systematische Untersuchungen über das Wachstum der Keimorgane von *Oryza sativa* L. Ebenda **12**.
18. HAMMET, F. S. (1929) The chemical stimulus essential for growth by increase in cell number. Protoplasma **7**.
18a. ———. (1929) Cell division and cell growth in size. Ebenda **7**.
19. HARTING, M. G. (1847) Mikrometrische Untersuchungen über die Entwicklung der Elementartheile des jährlichen Stammes der Dikotylen. Linnaea **10**.
20. HOFMEISTER, W. (1867) Handbuch der physiologischen Botanik.
21. KONINGSBERGER, V. J. and B. VERKAAIK. (1938) On phototropic curvatures in *Avena*, caused by photochemical inactivation of Auxin-A via its lactone. Rec. trav. bot. Néerl. **35**.
22. KOJIMA, H. (1928) On the relation between cell division and elongation in the root of *Vicia faba*. Jour. Dept. Agr. Imp. Univ. Kyushu. **2**.
23. KORIBA, K. (1931) Entwicklung, Wachstum und Organbildung der Pflanzen. Iwanami-Koza. (Japanisch.)
24. KRAUS, G. (1869-1870) Über die Ursachen der Formänderungen etiolierender Pflanzen. Jahrb. Wiss. Bot. **7**.
25. LAIBACH, F. (1936) Über den Einfluss des Lichtes auf das Reaktionsvermögen der Pflanze gegenüber Wuchsstoff. Ebenda **83**.
26. LANGE, S. (1929) Über den Einfluss weissen und roten Lichtes auf die Entwicklung des Mesokotyls bei den Haferkeimlingen. Ebenda **71**.
27. LUYTEN, I. (1926) On the favorable effect of 35°C on the cell formation in foliage leaves of *Hyacinthus orientalis*. Kon. Akad. Wetensch. Amsterdam. **30**.
28. MACDOUGAL, D. T. (1903) The influence of light and darkness upon growth and development. Mem. N.Y. Bot. Gard. **2**.
29. MIYAKE, K. (1904) Über das Wachstum des Blütenschaftes von *Taraxacum*. Beih. z. Bot. Zentralb. **16**.
30. OVERBEEK, J. VAN. (1932) An analysis of phototropism in Dicotyledons. Kon. Akad. Wetensch. Amsterdam. **35**.
31. ———. (1933) Wuchsstoff, Lichtwachstumsreaktion und Phototropismus bei *Raphanus*. Rec. trav. bot. Néerl. **30**.
32. ———. (1936) Growth hormone and mesocotyl growth. Ebenda **33**.

32a. OVERBEEK, J. VAN. (1936) Growth substance curvatures of *Avena* in light and darkness. Jour. Gen. Physiol. **20**.
32b. ———. (1936) Different action of auxin a and of heteroauxin. Proc. Nat. Acad. Sci. **21**.
32c. ———. (1936) Light growth response and auxin curvatures of *Avena*. Ebenda **22**.
33. OOSTERHUIS, M. J. (1931) Der Einfluss der Knospen auf das Stengelwachstum von *Asparagus plumosus* und *A. sprengeri*. Rec. trav. bot. Néerl. **28**.
34. OTTE, K. (1937) Die Wuchsstoffe im Leben der höheren Pflanzen. Braunschweig.
35. PAPEN, V. R. (1935) Beiträge zur Kenntnis des Wachstums der Blattspreite. Bot. Archv. **62**.
36. PENFOUND, W. T. (1931) Plant anatomy as conditioned by light intensity and soil moisture. Amer. Jour. Bot. **18**.
37. PFEFFER. (1904) Pflanzenphysiologie. Bd **2**.
38. POHL, R. (1937) Das zonale Wachstum der *Avena*-Koleoptile unter dem Einfluss künstlich zugeführtem Wuchsstoff. Ber. Deutsch. Bot. Ges. **60**.
39. SCHLENKER, G. (1937) Die Wuchsstoffe der Pflanzen. Berlin.
40. SCHMALFUSS, K. (1930) Untersuchungen über die interkalaren Wachstumszone an Glumifloren und dikotylen Blütenschaften. Flora. **124**.
41. SINNOT, E. W. (1930) The morphogenetic relationship between cell and organ in the petiole of *Acer*. Bull. Torr. Bot. Club. **57**.
42. THIMANN, K. V. and F. SKOOG. (1934) On the inhibition of bud developement and other functions of growth substances in *Vicia faba*. Proc. Roy. Soc. London. Ser. B. **114**.
43. WENT, F. W. (1928) Wuchsstoff und Wachstum. Rec. trav. bot. Néerl. **25**.
44. ———. and K. V. THIMANN (1937) Phytohormones. New York.

Über die Organstellungen bei Maiskolben

Von Tetsuo FUJITA

Botanisches Institut, Wissenschaftliche Fakultät,
Kyoto Kaiserliche Universität, Kyoto

Hierzu 31 Textfiguren

(Eingegangen am 12. März 1939)

Inhaltsübersicht

1. Einleitung ... 113
2. Material und Methode ... 114
3. Entstehungsweise der Ästchenanlage auf dem Kolben ... 114
4. Sekundäre Anlage ... 117
5. Entstehungsweise der primären Zeilen ... 118
   (a) Die geradzahligen Zeilen ... 118
   (b) Die ungeradzahligen Zeilen ... 121
6. Die Vermehrung und Verminderung der Anlagezeilen ... 125
7. Unregelmässige Stellung der Zeilen ... 127
   (a) Unregelmässige Zeilenbildung ... 127
   (b) Entstehung der sterilen Zone ... 130
8. Verbänderung und Gabelung ... 131
9. Herkunft der Maiskolben ... 134
10. Diskussion ... 136
11. Zusammenfassung ... 138
12. Literaturverzeichnis ... 139

1. Einleitung

Die Blattstellungslehre wird seit BONNET, SCHIMPER, BRAUN, SCHWENDENER u.a. von vielen Forschern untersucht, bisher jedoch hauptsächlich nur in Bezug auf die Schrauben- und Wirtelstellungen, während die Superposition ihrer Ungemeinheit wegen noch nicht ausführlich behandelt worden ist.

Als Beispiele dieser Organstellung sind die Monokotylen mit Orthodistichie, *Cyperus*-Arten, einige Blütenorgane, Maiskolben und kantenbildenden Euphorbien und Kakteen u.a. zu nennen. Darunter ist zwar die Orthodistichie, die bei den Monokotylen und einigen Dikotylen weitverbreitet ist, sowie die Stellung der Kakteen von vielen Forschern wie z.B. SCHWENDENER (1889), VÖCHTING (1894), WEISSE (1904), HIRMER

(1922), GEORGESCU (1927) und BILHUBER (1933) untersucht worden. Die Maispflanze ist hingegen, trotzdem sie morphologisch, genetisch u.a. ausführlich behandelt worden ist, an der Organstellung der weiblichen Blütenkolben in entwicklungsmechanischer Hinsicht noch nicht näher untersucht worden. Lediglich SCHUMANN (1890, 1904) hat sich damit beschäftigt. So habe ich diesbezügliche Untersuchungen angestellt, worüber im Folgenden berichtet werden soll.

Die Untersuchungen wurden im Botanischen Institut der Universität Kyoto auf Anregung von Herrn Professor Dr. K. KORIBA ausgeführt. Es ist mir eine angenehme Pflicht, ihm an dieser Stelle meinen ganz besonderes herzlichen Dank für seine Anregungen und freundliche Leitung auszusprechen. Ferner schulde ich dem Herrn Dr. T. KOSHIMIZU in Nara für viele Versuchmaterialien besten Dank.

2. Material und Methode

Als Versuchsobjekte wurden folgende Rassen ausgewählt: Von Stärkemais: „Red pop corn,“ „White pop corn,“ „Akananba,“ „Kôsyû-ki,“ „Long fellow,“ und von Zuckermais: „Golden Bantum,“ „Country gentleman,“ „Golden sunshine,“ „Black sugar.“ Hauptsächlich wurden aber Versuche mit „Red pop corn“ unternommen.

Das Versuchsmaterial wurde im Garten des hiesigen Botanischen Institutes kultiviert, einige ausgewachsene Maiskolben wurden auch von Marktware genommen.

Für die Oberflächenansicht des Vegetationsscheitels wurden frische oder in 70% Alkohol fixierte Materialien verwendet; die Queransicht wurde an mit Eosin oder Hämatoxylin nach DELAFIELD gefärbten Paraffinschnitten von 15 μ Dicke beobachtet.

Um die aus einer primären Anlage entstandenen Fruchtpaare des ausgewachsenen Kolbens bei den unregelmässigen Stellungen klar verfolgen zu können, wurden die Kolben zuerst photographiert, dann die Früchte von der Achse abgepflückt, um die Ansatzstellen sichtbar zu machen, welche in die Aufnahmen eingezeichnet wurden.

3. Entstehungsweise der Ästchenanlage auf dem Kolben.

Die axillären Blütenkolben, die an den unteren 5–7 Knoten einer Sprosse entstehen, werden von 8–12 Hüllblättern und einem adossierten, mit langen Flügeln versehenen Vorblatt eingehüllt. Die Hüllblätter sind gewöhnlich transversal distich. Die Divergenz ist aber nicht genau ½, sondern gegen die Mutterachse vergrössert (Fig. 1 A); bei einigen Fällen gehen die inneren Blätter allmählich zur schraubigen Stellung über (Fig. 1 B).

Fig. 1. Querschnitt durch die untersten Teile der Kolben mit Hüllblättern. Bei A sind die Hüllblätter etwa transversal distich mit grösserem Winkel gegen die Mutterachse, bei B sind die inneren Blätter spiralig angeordnet. Der Pfeil zeigt die Mutterachsenseite. V Vorblatt ,,Red pop corn" ×25.

Der Vegetationskegel ist zylindrisch mit Scheitelwinkel von etwa 20° bis 40°, der Dicke des Kolbens gemäss. Die jüngen Ästchenanlagen entstehen, wie SCHUMANN schon bemerkte, in Längsrichtung mit akropetaler Reihenfolge, indem zwischen den Anlagezeilen bildungsunfähige Streifen übrig bleiben. Diese Anlagezeilen variieren von 2 bis 13, und sind je nach Rasse und Grösse der Kolben verschieden (Tab. 1).

TABELLE 1. Variationsweite und Häufigkeit der Primärzeilen bei Maiskolben.

	Rasse \ Zahl d. Zeilen	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Total
Stärkemais	Red pop corn	1	0	1	14	38	81	185	93	61	12	4	3	492
	White pop corn				3	12	20	20	6	3	3			67
	Akananba			61	48	21	9							139
	Kôsyû-ki					9	26	21	3					59
	Long fellow	3	3	114	12	3								135
Zuckermais	Golden Bantum	5	1	51	5	1								63
	Country gentleman				7	13	14	2						36
	Golden sunshine	3	1	6	20	15								45
	Black sugar	6	4	42	5									57

Im Laufe der Anlagebildung strekt sich die halbdurchsichtige Bildungszone allmählich nach oben, während der untere Teil des Kolbens an Dicke und Länge zunimmt. Bei „Red pop corn“ hört aber die akropetale Erweiterung der Embryonalzone nach dem Entstehen von etwa 35 bis 40 Anlagen in Längsrichtung allmählich auf. Schliesslich bleibt

TABELLE 2. Beziehung zwischen der Länge (mm) und der Zahl der Primärzeilen bei Maiskolben.

A. „Red pop corn“ von etwa 80 cm hohem Spross (50 Tage nach der Aussaat).

Nr. d. Sprossen	Nr. d. Knoten von unten	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Länge d. Kolben	2	2	4	8	18	22	×	×	×	×	♂		
	Zahl d. Primärzeilen		8	8	8	8	9							
2	L		1	2	4	5	8	12	14	×	×	×	×	♂
	Z		7	10	9	8	8	10	7					
3	L		1	2	3	7	11	15	×	×	×	×	♂	
	Z			7	8	7	8	9						
4	L			2	2.5	3.5	5	7	×	×	×	×	♂	
	Z			6	6	5	6	8						
5	L		1	3	6	11	17	×	×	×	×	♂		
	Z		6	8	8	7	10							

B. „Country gentleman“ von etwa 60 cm hohem Spross (65 Tage nach der Aussaat).

Nr. d. Sprossen	Nr. d. Knoten von unten	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	L		1.5	5	10	12	×	×	×	×	♂			
	Z		6	7	6	6								
2	L			2	3.5	7	×	×	×	×	♂			
	Z			7	8	7								
3	L			2	3	7	12	×	×	×	×	×	♂	
	Z			7	7	7	7							
4	L			2	4	9	13	×	×	×	×	♂		
	Z			7	7	8	6							
5	L			1.5	3.5	8.5	×	×	×	×	×	♂		
	Z			5	5	7								

die Embryonalzone als kleiner Fortsatz an der Spitze des Kolbens von etwa 10–12 mm Länge übrig. Danach zeigt die ganze Strecke des Kolbens lebhaftes Längen- und Dickenwachstum. Bei „Golden sunshine“ ist der Kolben etwa 15–16 mm lang mit 38–42 Anlagen in Längsrichtung, wenn die Streckung der Embryonalzone stillsteht. Die Anlagen am apikalen Teile des Kolbens bleiben lange in jungem Zustand, schrumpfen dann aber ohne weitere Entwicklung ein.

Bei jedem Sprosse werden die Kolben desto grösser, je höher sie stehen, obwohl keine engere Beziehung zwischen der Zahl der Anlagezeilen und der Kolbenlänge besteht (Tab. 2). Unter den Kolbenanlagen wachsen dann nur ein oder zwei der oberen weiter fort, während die übrigen unteren ohne weitere Entwicklung zugrundegehen.

Im Laufe der Vergrösserung spaltet sich die Anlage in zwei Teile, die später zu je einem Ährchen differenzieren. SCHUMANN hat schon die erstere als primäre Anlage und die letztere als sekundäre Anlage bezeichnet. Dass beim ausgewachsenen Maiskolben die Früchte deutlich in Doppelzeilen geordnet sind, beruht wohl hierauf. Die Zahl der fertigen Zeilen beträgt daher das Zweifache derjenigen der primären Zeilen, z.B. 4 = (2 × 2), 26 = (13 × 2), usw.

4. Sekundäre Anlage

Die sekundäre Anlage, welche durch Spaltung der primären entsteht, differenziert sich später zum Ährchen. Das Ährchen besteht aus je einer End- und Seitenblüte, obwohl die letztere gewöhnlich in sterilem Zustand bleibt, ausgenommen bei „Country gentleman,“(1) Unter Umständen entwickeln sich auch drei sekundäre Ährchen aus einer primären (Fig. 2 F, G) oder umgekehrt geht die primäre Anlage selbst ohne Spaltung zu einem Ährchen über (Fig. 2 D, G, b). Die primäre Anlage, aus welcher drei sekundäre Anlagen differenzieren, ist etwas grösser als die normale (Fig. 2 A a),

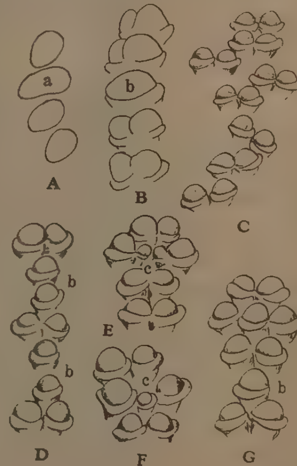


Fig. 2. Verschiedene Entstehungsweise der sekundären Anlagen. a) Primäranlage, aus welcher drei sekundäre zu differenzieren im Begriff sind. b) Primäre Anlage, die ohne Spaltung sich zu einer sekundären umwandelt. c) Sekundäre Anlage, die sich unvollkommen entwickelt. „Red pop corn“ A, B ×35, die übrigen ×18.

(1) Näheres über die anatomisch-morphologischen Beschreibungen der weiteren Entwicklung des Ährchens siehe bei SCHUMANN (1890, 1904), WEATHERWAX (1916, 17) und MILLER (1919) u.a.

während diejenige, welche ohne Spaltung zum Ährchen wird, anfangs kaum von der normalen zu unterscheiden ist (Fig. 2 B b). Die sekundäre Anlage, welche ohne Spaltung der primären Anlage entsteht, bleibt nur ein wenig mehr vergrössert als die normale sekundäre Anlage zurück. Übrigens stehen die Anlagen jedes Paares nicht immer auf gleichem Niveau, sondern oft kann die eine Anlage etwas höher stehen als die andere. Dies ist besonders bei der geneigten primären Anlage der Fall (Fig. 2 C).

In der Regel entwickeln sich die sekundären Anlagen jedes Paares zu gleichgrossen Früchten, unter Umständen aber auch nicht (Fig. 2 E, F c), und die eine Hälfte schrumpft ohne weitere Entwicklung ein, oder geht sogar schon als Blüte ohne Befruchtung zugrunde.

Im Laufe der Verdickung der Kolben vergrössern sich die Ährchen immer stärker im Vergleich mit der dazwischen liegenden, freien Kolbenoberfläche, sie überwölben diese an ihren Flanken, sodass schliesslich die Blüten- bzw. Fruchtzeilen sich dicht berühren.

5. Entstehungsweise der primären Zeilen

Es ist sehr merkwürdig, dass die Stellung der Zeilen je nach ihrer Zahl verschieden ist, d.h. bei den Kolben mit geradzahligen Zeilen sind die Zeilen immer geradläufig, während sie bei den ungeradzahligen links- oder rechtsläufig sind (Fig. 3 A, B).

Die erste primäre Anlage entsteht gegenüber dem innersten Hüllblatt des Kolbens (Fig. 4 B) oder in gekreuzter Stelle zu demselben (Fig. 1 B) oder auch mehr oder minder abweichend von ihm (Fig. 1 A). Die Stellung der nächsten Primäranlage ist abhängig von der der ersten Anlage sowie von der Zahl der gesamten Primärzeilen.

(a) Die geradzahligen Zeilen

(1) 2-zeilige Stellung

Diese Stellung, welche bei den Gramineen weitverbreitet ist, kommt häufiger bei Zuckermais als bei Stärkemais vor (Tab. 1). Die Divergenz beträgt zirka $1/2$, deshalb laufen die Zeilen in gerader Richtung (Fig. 3 A, 4 A).

(2) 4-zeilige Stellung

Diese Stellung wird auf verschiedene Weise bewerkstelligt, wie Fig. 4 B, C, D es veranschaulicht. Die Winkelabstände zwischen den Orthostichen sind ungefähr gleichwertig (82°–94°), theoretisch sollten es 90° sein. Die Zeilen sind also fast geradlinig (Fig. 3 A). Da aber die zwei



Fig. 3. Laufweise der Anlagezeilen bei den Kolben mit gerad (A)- und ungeradzahligen Zeilen (B). Bei A laufen die Zeilen in Orthostichen, bei B mehr oder minder schrägläufig. Die Ziffern zeigen die Zahl der Zeilen. 2,3 „Golden Bantum", die übrigen „Red pop corn". ×5-7.

gegenüberstehenden Anlagen nicht auf derselben Höhe stehen, so dürfte die Stellung als Scheinwirtel bezeichnet werden. Zufällig gibt diese Stellung aber den Eindruck, als ob sie eine echte Wirtel (dekussierte Stellung) sei.

(3) 6-zeilige Stellung

Es gibt, wie Fig. 5 zeigt, verschiedene Entwicklungsweisen der 6-zeiligen Stellung. Die Zeilen laufen in Orthostichen mit ungefähr gleich-

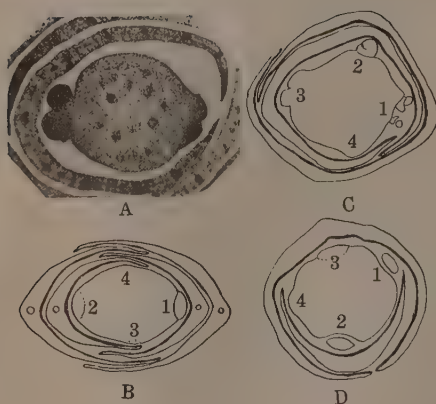


Fig. 4. Querschnitt der Kolben mit einigen Hüllblättern. A 2 zeilige Stellung. ,,Golden Bantum'' ×40 B, C, D Verschiedene Entwicklungsarten der Anlagen bei 4-zeiliger Stellung. ,,Red pop corn'' B×20, C,D×25.

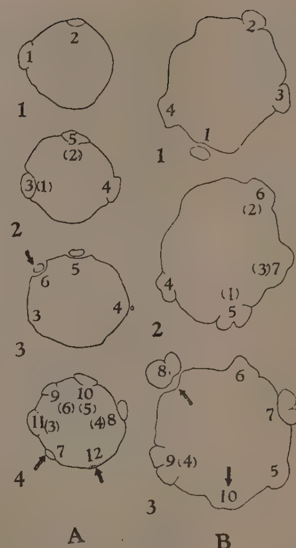


Fig. 5. Verschiedene Entwicklungsweisen der 6-zeiligen Stellungen. Der Pfeil zeigt die Einschaltungsstelle der neuen Zeile. ,,Red pop corn'' ×30.

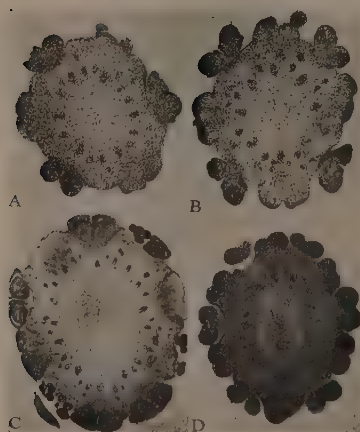


Fig. 6. Querschnitt der Kolben mit 6 (A), 8 (B), 10 (C), 12 (D) Anlagezeilen. ,,Red pop corn'' ×30.

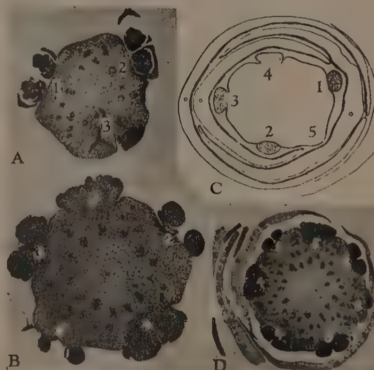


Fig. 7. Querschnitt der Kolben mit 3 (A), 5 (B,C), 7 (D) Zeilen. In A,B,D ordnen sich die Anlagen regelmässig in die Schnittfläche ein, in C ist aber die Entwicklungsfolge unregelmässig. A ,,Golden Bantum'' ×30, B,C ×30, D ×18 ,,Red pop corn''

wertigen Winkelabständen (54°–68°). Die Anlagen verteilen sich fast äquidistant, und zwar scheinwirtelartig, wie Fig. 6 A zeigt.

(4) 8-, 10-, 12-zeilige Stellung

Bei diesen Stellungen entstehen einige Zeilen erst durch Einschaltung der neuen Zeilen in den geringzeiligen Kolben (siehe unten). Die Zeilen verteilen sich in Orthostichen ungefähr äquidistant, aber die Stellung ist nicht echt wirtelig (Fig. 3 A, 6 B, C, D).

Wie man aus den obigen Darstellungen sieht, gibt es bei den Kolben mit geradzahligen Zeilen eine Tendenz, welche die äquidistante Organbildung in den Orthostichen aufrechterhält. Natürlich verlaufen die Zeilen nicht immer genau senkrecht, sondern mit mehr oder weniger zickzackartigen Schwankungen.

(b) Die ungeradzahligen Zeilen

(1) 3-zeilige Stellung

Die Organe, wie Fig. 7 A zeigt, stehen in einer oder einigen sukzessiven Querschnittflächen mit folgenden Divergenzen (Tab. 3).

TABELLE 3. Divergenz bei der 3-zeiligen Organstellung.

Rasse	Nr. d. Kolben	Sukzessive Divergenz
Golden Bantum	1	105.5°, 129.5°, 92 5°, 114°
Stärkemais (Rasse unbekannt)	1	132°, 117°
	2	133°, 125°
	3	125°, 143°, 122 5°
	4	146.5°, 106.5°, 145°, 135 5°, 122°, 104°

Wie aus Tabelle 3 hervorgeht, zeigen die Divergenzen natürlich weder den SCHIMPER-BRAUNschen Wert noch den sog. Limitwert und sind mehr oder weniger spirodrom (Fig. 3 B).

(2) 5-zeilige Stellung

In den meisten Fällen ist die Stellung in der Querschnittfläche ganz unregelmässig mit Ausnahme von einigen Kolben (Fig. 7 B). Die unregelmässige Stellung erfolgt durch Einschaltung neuer Zeilen oder als Folge der von Anfang an fast unabhängigen Entwicklung jeder Zeilen

(Fig. 7 C, 8). Selbst die scheinbar regelmässigen Stellungen sind nur von zufälliger Natur, deshalb ist auch bei ihnen die Divergenz ziemlich unregelmässig (Fig. 9), ganz abgesehen von derjenigen der unregelmässigen Stellungen (Tab. 4).

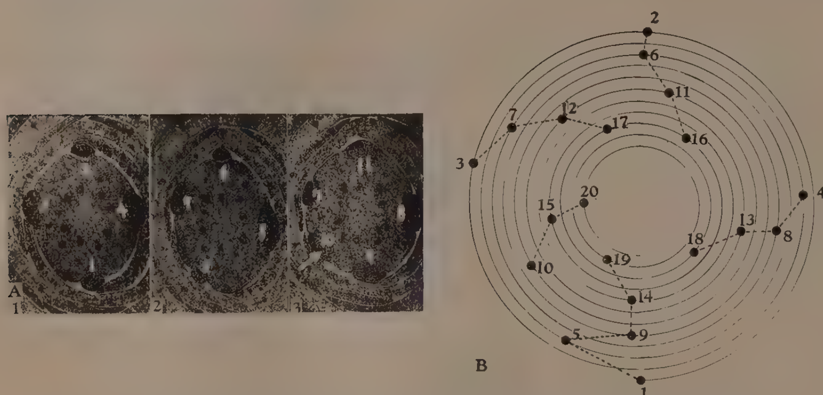


Fig. 8. Entwicklungsweise der unregelmässigen 5-zeiligen Stellung durch Einschaltung neuer Zeilen. A 1-3 Sukzessive Querschnitte durch den unteren Teil eines Kolbens. ×30, B Diagrammatische Darstellung desselben. „Red pop corn"

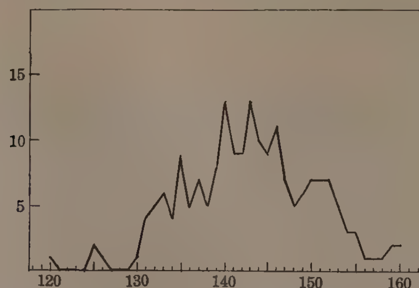


Fig. 9. Variation der Divergenzwinkel bei der regelmässigen 5-zeiligen Stellung. „Red pop corn"

TABELLE 4. Divergenz der unregelmässigen 5-zeiligen Organstellungen „Red pop corn"

Nr. d. Kolben	Sukzessive Divergenz
1	145.5°, 81.5°, 210°, 216°
2	144°, 88°, 203°. 226°
3	126.5°, 72.5°, 84°, 141°
4	85°, 144°, 57°, 229°

Nach BREINDL (1934) zeigen die 5-gliedrigen Blütenkelche einiger Dikotylen, welche schraubige Blätter und wirtelige Staub- und Fruchtblätter tragen, im grossen ganzen eine Zwischenstellung zwischen der Organstellung nach Limitdivergenz und der Äquidistanz nach 2/5 (d.h. 144°). z.B. beträgt der Winkelwert K_1/K_4, $K_2/K_5 = 62° \, 15' \, 42''$ und K_4/K_2, K_5/K_3, $K_3/K_1 = 78° \, 29' \, 32''$ ($K_1 \ldots K_5$: sukzessive Kelche entlang der Grundspirale) mit etwaigen Schwankungen.

Bei den regelmässigen Stellungen des Maiskolbens sind die Winkelabstände zwischen den einzelnen benachbarten Anlagezeilen wie folgt.

„Red pop corn" ($A_1 \ldots A_5$ sukzessive Ästchenanlage in der Querschnittfläche)

$A_1/A_4 = 66°$,	78°,	70°,	74°,	74°
$A_4/A_2 = 73°$,	65°,	62°,	69°,	67°
$A_2/A_5 = 59°$,	48°,	69°,	89°,	69°
$A_5/A_3 = 71°$,	85°,	83°,	64°,	78°
$A_3/A_1 = 91°$,	82°,	72°,	64°,	72°

Diese Winkelverhältnisse scheinen in blosser Hinsicht denen der Blütenkelche mehr oder minder ähnlich; diese Erscheinung ist jedoch nur eine zufällige, da baumechanisch diese Verhältnisse von ganz anderer Natur sind.

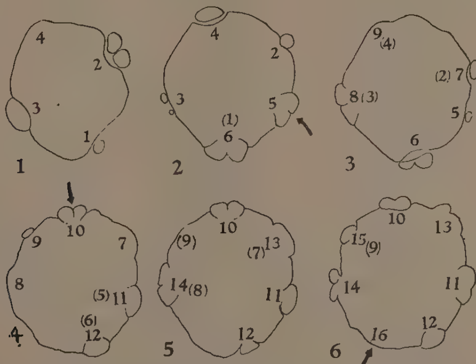


Fig. 10. Ein Beispiel der Entwicklungsweise der 7-zeiligen Stellung durch unregelmässige Einschaltung neuer Zeilen. Der Pfeil zeigt den Ort der Einschaltung. „Red pop corn" ×30.

(3) 7-zeilige Stellung

Sehr selten findet man Kolben mit regelmässiger Stellungsfolge wie in Fig. 7 D, bei den meisten Fällen ist diese aber ganz regellos (Fig.

11 A). Bei einigen Kolben tritt die Unregelmässigkeit als Folge der von Anfang an unabhängigen Entwicklung sukzessiver Anlagen auf; in den meisten Fällen aber, wie Fig. 10 darstellt, wird sie durch regellose Einschaltung der Zeilen in die minderzeilige Stellung verursacht. Die Divergenz und die Anordnung sind dann völlig regellos und zwar je nach den Kolben verschieden (Fig. 11 A). Die Anlagezeilen laufen hierbei, ungeachtet der regel- oder unregelmässigen Stellungen, immer schrägläufig (Fig. 3 B).

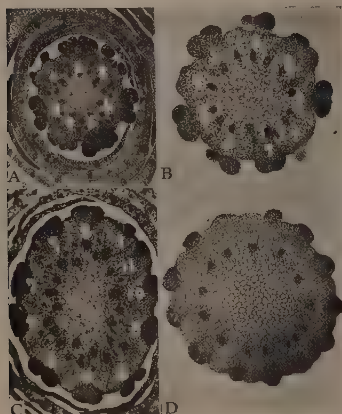


Fig. 11. Querschnitt der Kolben mit 7 (A), 9 (B), 11 (C) und 13 (D) Anlagezeilen. Die Entwicklungsfolge der Anlage ist ganz unregelmässig. ,,Red pop corn" A ×18, B,C,D ×30.

(4) 9-, 11-, 13-zeilige Stellung

Bei diesen Kolben, soweit mir bekannt, sind die Stellungen in der Querschnittfläche vollkommen regellos (Fig. 11 B, C, D) und die Zeilen laufen immer schrägläufig (Fig. 3 B). Die Anlagen entstehen auch, wie bei den eben erwähnten Fällen, durch rasch nacheinander auftretende unregelmässige Einschaltungen der Zeilen bei den minderzeiligen Stellungen.

TABELLE 5. Häufigkeit der links (L)- und rechtsläufigen (R) Anlagezeilen bei den Kolben mit ungeradzahligen Zeilen.

Zahl d. Zeilen / Rasse	3		5		7		9		11	
	L	R	L	R	L	R	L	R	L	R
Red pop corn			4	4	32	31	58	54	6	4
White pop corn			2	1	11	9	3	2	1	1
Akananba			12	12						
Kôsyû-ki					13	13	2	1		
Long fellow	1	2	6	6						
Country gentleman			2	3	2	2				
Golden sunshine			11	9						
Black sugar	2	2	2	3						
Total	3	4	39	38	58	55	63	57	7	5

Bei den Kolben mit ungeradzahligen Zeilen ist die Richtung der Zeilen bald links- bald rechtsläufig und die Häufigkeit der beiden Richtungen, wie Tabelle 5 zeigt, ist annähernd gleich, wie dies bei schraubigen Organstellungen gewöhnlich der Fall ist.

6. Die Vermehrung und Verminderung der Anlagezeilen

Bei Maiskolben ist Zu- und Abnahme der Zeilen keine Seltenheit. Die Vermehrung der Zeilen wird in der Regel durch eine Anzahl Einschaltungen von Anlagezeilen auf den verhältnismässig minderzeiligen Kolben verwirklicht. Die Einschaltungen treten hier gewöhnlich regellos und rasch nacheinander auf (Fig. 10) und bei einigen Kolben befinden sich die Einschaltungen verhältnismässig mehr auf einer Seite des Kolbens (+ Seite) als auf der anderen (– Seite) (Fig. 12, 26).

Die Einschaltung kommt bald durch dichotomische Verzweigung der Zeilen, bald durch Neubildung der Zeile zwischen zwei bereits vorhandenen zustande (Fig. 13). Bei der Verzweigung vermehrt sich eine Zeile sprungweise (Fig. 13 B), oder auch allmählich mit Übergang (Fig. 13 C, 26 A). Ähnliche Abweichungsformen der Organstellung durch regellose Einschaltung haben bereits HIRMER (1922) und GEORGESCU (1927) bei *Echinocactus* und *Echinopsis* eingehend behandelt.

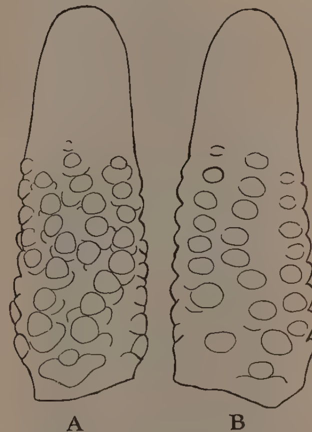


Fig. 12. Kolben mit Plus- und Minusseite bei der Einschaltung der Anlagezeilen. A) Plusseite, B) Minusseite „Red pop corn" ×30.

Bei der Verminderung dagegen vereinigen sich zwei Zeilen gewöhnlich plötzlich oder nur mit einer Zwischenstufe zu einer Zeile (Fig. 13 D).

Die Laufrichtung der Zeilen wechselt nicht selten am Ort der Ab- oder Zunahme selbst an einunddemselben Kolben. Bei der geradzahligen Stelle laufen die Zeilen auch geradlinig, bei ungeradzahligen sind sie ebenfalls schrägläufig; bei dem Zahlenwechsel von einer ungeraden Stellung zu der anderen ungeraden laufen die Zeilen in umgekehrter Richtung (Fig. 14).

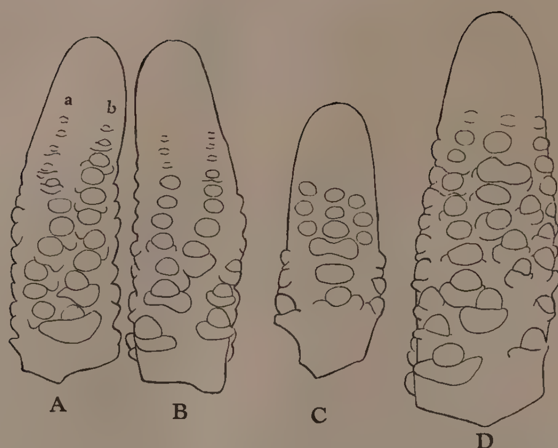


Fig. 13. A) Die Entwicklung der Anlage ist je nach den Zeilen verschieden. B) Die Zeile verzweigt sprungweise. C) Die Zeile vermehrt sich mit verschiedenen Übergangsformen. D) Die Zeile vermindert sich mit einer Übergangsform. „Red pop corn“ ×30.

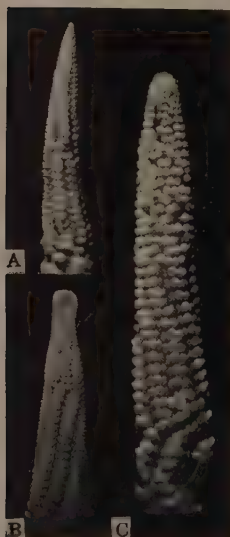


Fig. 14. Zahlenwechsel der Zeilen. Die Laufrichtung der Zeilen ist je nach der Zahl der Zeilen verschieden. A7→6, B 7→8, C 5→7. Am oberen Teile von C wird die Stellung regellos. „Red pop corn“ A, B×5, C×7.

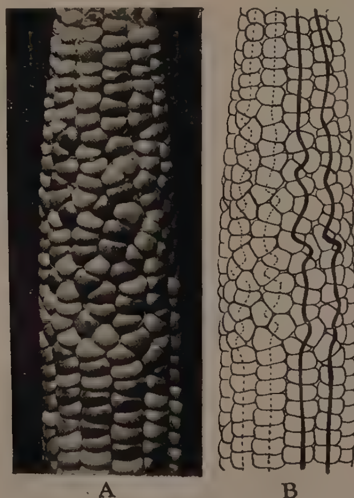


Fig. 15. A) Ein Kolben mit unregelmässiger Stellung. B) Lauf der paarigen Zeilen aus einer primären Anlage. Zahl der Primärzeilen ist 6. Stärkemais aus Kyoto ×3/5.

7. Unregelmässige Stellung der Zeilen

(a) Unregelmässige Zeilenbildung

Dass die Einschaltung oft eine Seite bevorzugt, weist ohne weiteres darauf hin, dass der Vegetationspunkt physiologisch nicht immer radial ist. Diese innere Asymmetrie des Kolbens spielt für die Anlegungsweise der Organe eine bedeutende Rolle. So sind nämlich bei dem Kolben in Fig. 13 A die Entwicklungsgrade der Anlage bei den a- und b-Zeilen nicht gleich, d.h. bei den b-Zeilen ist die Anlagebildung mehr gefördert

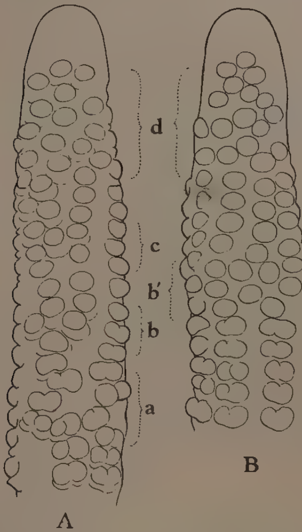


Fig. 16. Ein Kolben, dessen Fruchtstellung vielmals gestört worden ist. Vorder (A)- und Rückenseite (B) „Red pop corn" ×30.

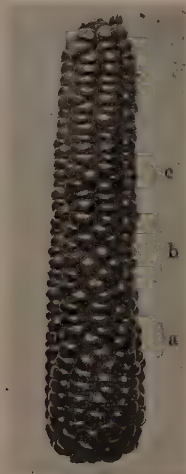


Fig. 17. Ein Kolben, dessen Fruchtstellung rhythmisch gestört worden ist. Die Zahl der Primärzeilen ist unten 5, oben aber 4. „Akanaba" ×1/2.

als bei den a-Zeilen. Bisweilen gibt es auch Kolben, bei denen die Neigung der Zeilen (Fig. 12), seltener auch die Laufrichtung, je nach den Zeilen verschieden ausfallen (Fig. 26 A).

Bei kantenbildenden Kakteen wird die Entstehung der Anlagezeilen hauptsächlich durch die aus den bereits angelegten unteren Organen ausgeübte akropetale Wachstumsförderung sowie durch korrelative Hemmung der übrig gebliebenen Stammfläche bewerkstelligt (SCHWENDENER 1889, WEISSE 1904). Bei Maiskolben beruht aber die Zeilenbildung auf der ährenbildenden Tendenz innerhalb des Kolbenscheitels. Diese

Tendenz der Superposition ist aber nicht für den ganzen Kolben von der Basis bis zur Spitze im Voraus bestimmt, sondern schreitet im Laufe der sukzessiven Organbildung nur allmählich fort. Wenn also die innere Tendenz der Superposition oder der korrelativen Hemmung der Zwischenstreifen durch irgendeine Ursache gestört wird oder gar erlischt, so wird die neue Anlage im Anschluss an bereits vorhandene in Alternation gebildet (Fig. 16). Das Erlöschen der Superposition kann an beliebigen Teilen der Kolben (Fig. 14 C, 15) oder an bestimmten Stellen einer Zeile vorkommen (Fig. 17). Weit häufiger tritt es aber an der Spitze und Basis der Kolben auf, deshalb sind die Organe an diesen Teilen mehr oder minder in schiefen Koordinationszeilen angeordnet.

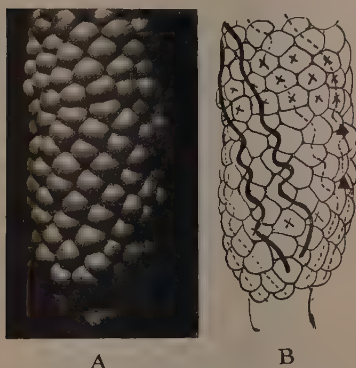


Fig. 18. A) Ein Kolben mit unregelmässiger Fruchtstellung. B) Lauf der paarigen Zeilen. Die Zahl der Primärzeilen ist 5. × Früchte aus drei sekundären Anlagen. ▲ verschrumpfte Früchte. Stärkemais aus Kyoto ×3/5.

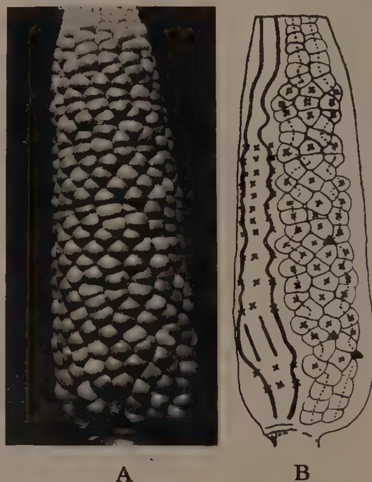


Fig. 19. A) Ein Kolben mit unregelmässiger Fruchtstellung. B) Lauf der paarigen Zeilen. Die Zahl der Primärzeilen ist 6. Stärkemais aus Kyoto ×2/5.

Es ist auch von Interesse, dass diese Störung oft rhythmisch entsteht (Fig. 16, 17). Bei Fig. 16 kommt die Störung an vier Stellen (a, b, c und d) einer Halbseite vor, bei der anderen Seite aber nur an zwei Stellen (b′ und d). Wenn diese unregelmässigen Zickzackstellungen der primären Anlage in benachbarten Zeilen nebeneinander vorkommen, so ist die Stellung nicht minder der Juxtaposition ähnlich. Bei stark geneigten Zeilen, wenn die primäre Anlage sich zu zwei oder drei sekundären Anlagen entwickelt, ist dies gleichfalls der Fall (Fig. 18, 19, 20, 21).

Falls bei den regellosen Stellungen die sekundären Anlagen eines Paares nicht auf gleicher Höhe stehen, oder eine Anlage eines Paares



Fig. 20. A) Ein Kolben mit unregelmässiger Fruchtstellung. B) Lauf der paarigen Zeilen. Die Zahl der Primärzeilen ist 5. „Kôsyû-ki" ×2/5.

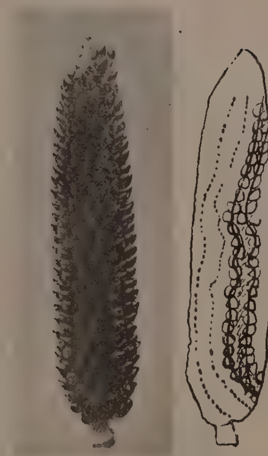


Fig. 21. A) Ein Kolben mit unregelmässiger Fruchtstellung. B) Lauf der paarigen Zeilen. Die Zahl der Primärzeilen ist 5 am unteren Teil, 6 am mittleren und 5 am oberen. „Red pop corn" ×2/5.

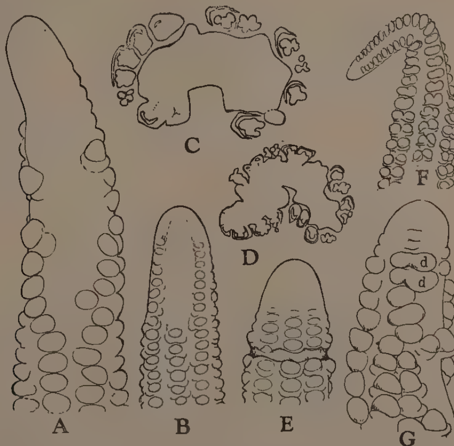


Fig. 22. A Ein gekrümmter Kolben mit grosser steriler Fläche. B, G Kolben mit sterilen Zeilen. C, D Querschnitt der Kolben mit Längsfurche. E Kolben mit einseitiger steriler Querzone. F Ein stark gekrümmter Kolben. d Dédoublement. „Red pop corn" A, G ×30, B, D, F ×15, C, E ×18.

sich nicht gut entwickelt oder ohne Befruchtung verschrumpft, so nehmen die übrigen und die benachbarten Früchte soviel an Grösse zu, um die freien Räume auszufüllen, deshalb wird die Fruchtstellung immer unregelmässiger. Durch den kombinierten Erfolg solch abnormer Entwicklungsmöglichkeiten der sekundären Anlagen und der regellosen Stellung der primären Anlagen wird die ganze Zeilenordnung in immer stärkerem Masse gestört.

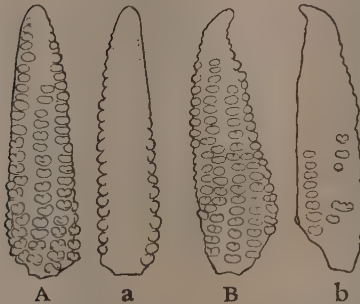


Fig. 23. Dorsiventrale Organbildung bei zwei Maiskolben. A, B +Seite, a, b −Seite „Red pop corn" ×15.



Fig. 24. Eine Missbildung des Maiskolbens. Zahl der Anlagezeilen ist unten 4, oben aber einseitig 2. „Red pop corn" ×6.

(b) Entstehung der sterilen Zone

Bei einigen Kolben hört die akropetale Organbildung nicht selten an einigen Orten der Zeile oder der Seite auf. Bei extremen Fällen entsteht kein Organ an einer Halbseite, wie bei der Infloreszenz vieler Gramineen. Mit anderen Worten, der Kolben zeigt einen dorsiventralen Bau. Wie Fig. 22 A, B, G und 23 zeigen, gibt es verschiedene Übergänge zwischen der normalen und der echt dorsiventralen Organbildung. Die sterile Seite liegt stets gegen die Mutterachse. Bei derartig dorsiventralen Kolben scheint aber noch die Tendenz vorhanden zu sein, dass die Laufrichtung der Zeilen bald geradläufig, bald schrägläufig ist. In Fig. 24 sind die Anlagezeilen im unteren Teile vier, im oberen Teile aber

zwei und zwar dorsiventral. In Fig. 22 B hört an einer Zeile die neue Organbildung auf, sodass das genannte Areal nackt bleibt. Bei einigen Kolben mit vier Zeilen am unteren Teil werden diese Zeilen oben durch Nichtfortbildung einer Zeile auf drei verringert, die jedoch noch gerade, also nicht schräg, aufwärts laufen. All diese Tatsachen zeigen, dass die Tendenz der Zeilenbildung ziemlich beständig ist, und falls die Tendenz einmal durch irgend eine Ursache verschwindet, so wird dort die Organbildung nicht leicht wiederhergestellt, und eine negative leere Zeile ist die Folge. Bei Kolben mit einem sterilen Streifen bleibt das Dickenwachstum der betreffenden Streifen ziemlich zurück, sodass das Areal mehr oder minder absinkt (Fig. 22 C, D), während der Kolben als Ganzes sich gerade streckt.



Fig. 25. Ein Kolben mit einem sterilen Streifen und mit Anlagen von verschiedener Grösse.
G) grosse Anlage,
S) steriler Streifen,
D) Dédoublement.
„Red pop corn" ×30.

Nicht selten tritt die sterile Zone in Querrichtung auf. In Fig. 22 E erscheint die genannte Querzone an einer Seite etwas vertieft, während die andere Seite normal ist.

Bei einigen Kolben mit sterilen Flächen entsteht auch oft das Dédoublement oder abnorm grosse Anlage (Fig. 22 G, 25).

Selten begegnet man auch den gekrümmten Kolben (Fig. 22 A, F). Die Krümmung erfolgt vielleicht durch ungleichmässigen Druck oder durch die Reibung der umhüllenden Blättern gegen den wachsenden Kolben, falls die Wachstumsgeschwindigkeit all dieser Organe nicht den gleichen Schritt hält. Der Kolben erfährt dadurch eine Krümmung, die allmählich plastisch fixiert wird.

8. Verbänderung und Gabelung

Bei einigen Kolben kommt nicht selten die Verbänderung vor (Tabelle 6).

TABELLE 6. Häufigkeit der Verbänderung.

Zahl d. Zeilen		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Red pop corn	normal	1	13	34	73	173	83	58	9	3	3
	verbändert	0	1	0	2	10	7	9	0	0	0
White pop corn	normal		3	12	20	20	6	3	3		
	verbändert		0	1	2	2	3	2	2		

Wie die Tabelle zeigt, scheint die Verbänderung weit häufiger bei mehrzeiligen dickeren Kolben aufzutreten.

Beim verbänderten Kolben ist die Organstellung meist regellos (Fig. 27), unter Umständen aber fast normal (Fig. 26). Beim Kolben Fig. 26 sind die unteren Teile zylindrisch, während sie nach oben allmählich verbändert sind. An der Plusseite (A) ist die Stellung am unteren Teil schrägzeilig, gegen oben vermehrt sich die mittlere Zeile allmählich zu vier Zeilen mit Übergängen, die Zeilen sind dann nahezu superponiert. Durch diese Vermehrung der Zeilen ist der Kolben beiderseitig nach hinten gewölbt. In Fig. 27 A zeigt die Organstellung am unteren Teile die Superposition, gegen die Spitze ist aber die Stellung regellos geworden mit einem sterilen Streifen gegen rechts. In Fig. 27 B ist die Stellung

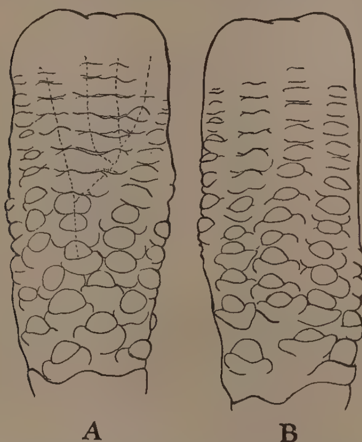


Fig. 26. Ein verbänderter Kolben mit einseitiger Einschaltung der Anlagezeilen an der Plusseite (A). ,,Red pop corn" ×30.

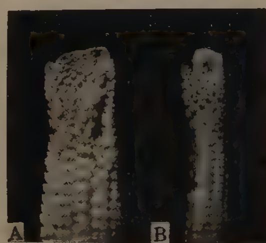


Fig. 27. Zwei verbänderte Kolben mit je einem kleinen Gabelast. Die Anlagezeilen laufen unten regelmässig, oben aber regellos. ,,Red pop corn" ×6.

anfangs regulär 6-zeilig, oberwärts wird sie aber ganz regellos mit einem Gabelzweig und zwei nackten Flächen, deren eine an der hinteren Seite des Gabelzweigs einsetzt.

Die Gabelung des Kolbens kommt auch nicht selten vor. Bei den gegabelten Kolben ist die Anlagestellung zeitweilig unregelmässig, nach der Gabelung wird aber meistens die regelmässige Stellung wiederhergestellt (Fig. 28), wie es bei anderen Pflanzen auch der Fall ist (z.B. *Spiranthes*-Ähre, KORIBA 1914).

Solche transitorische Unregelmässigkeit bei der Gabelung wird ohne Zweifel durch Zerstörung der stellungsregulierenden inneren Faktoren hervorgebracht. Nach der Gabelung kehrt aber die eigene Tendenz wieder zurück, sodass die Stellung erneut regulär wird.

Als Ausnahmefall wird der Vegetationsscheitel sein Wachstum sistieren, sodass im Laufe der weiteren Entwicklung der peripherische Teil des Scheitels ringförmig überwölbt, während der zentrale Teil einsinkt (Fig. 29). Der so entstandene Ring verläuft meist in einer Ellipse oder eckig, und durch Zerlegung dieses Ringwalls werden dann zwei oder



Fig. 28. Zwei gegabelte Kolben mit je zwei (B) resp. drei Gabelästen (C). A) Querschnitt der Gabeläste von B. B, C) Die Organstellung am unteren Teil der Gabeläste ist ziemlich regellos, aber diejenige der Gabeläste selbst ist regelmässig. „Red pop corn“ ×30.

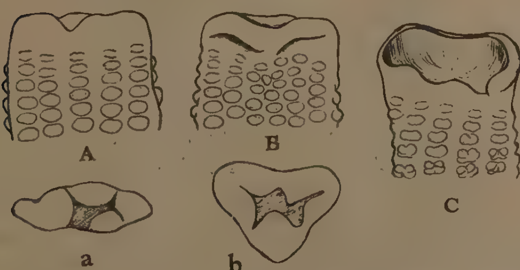


Fig. 29. Drei Kolben mit abgesenktem Vegetationsscheitel. A, B seitlich, a, b von oben C schief von oben gesehen. „Red pop corn“ ×20.

drei Gabeläste gebildet, wobei die Anlagen nur auf ihrer Aussenseite angelegt werden.

Die Ebene der Abflachung der verbänderten Kolben liegt stets gegen die Mutterachse. Es ist also ersichtlich, dass der Druck, welcher bei

der Verdickung des Kolbens gegen die Mutterachse in Kraft tritt, die Hauptrolle bei der Verbänderung spielt.

9. Herkunft der Maiskolben

Es gibt zwei Hypothesen über den Ursprung der Maiskolben.

(1) HARSHBERGER (1893), SCHUMANN (1904), GERNERT (1912) und WORSDELL (1915–16) meinen, dass die Maiskolben einmal durch zufällige Verwachsung der Seitenästen von Rispe, wie die der männlichen Infloreszenz, entstanden und dann vollkommen erblich fixiert worden seien.

(2) KELLERMAN (1895) MONTOGOMERY (1906) und WEATHERWAX (1918) meinen dagegen, dass der Kolben mit der Hauptachse der männlichen Infloreszenz homolog ist. GOEBEL (1928) nimmt auch an, dass bei Maiskolben die Bildung der Seitenäste im Zusammenhang mit der starken Entwicklung der Hauptachse und der sie umgebenden Hüllblätter unterdrückt worden ist.

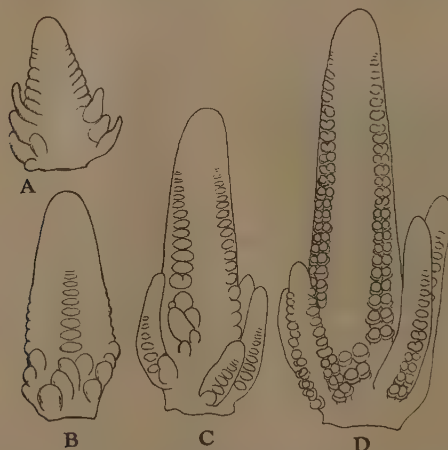


Fig. 30. Sehr junge männliche Infloreszenz von Mais. Die Anlagezeilen der Hauptachse sind je 2 (A), 4 (B), 3 (C) resp. 4 (D), Bei A, B, D laufen die Zeilen geradlinig, bei C aber etwas rechtsläufig. „Red pop corn“ ×18.

Bei der männlichen Infloreszenz von *Zea* sind die Primärzeilen an der Hauptachse, wie die der weiblichen Kolben, radial angeordnet, während die Anlagen an den Seitenästen zweizeilig dorsiventral ausgebildet werden (Fig. 30, 31). Die Zahl der Primärzeilen an der Hauptachse variiert von 2 bis 6 und zwar laufen sie bei der geradzahligen in Längsrichtung und bei der ungeradzahligen etwas links- oder rechtsläufig wie

bei den weiblichen Kolben. Unter Umständen kommen auch störende Stellungen vor (Tab. 7).

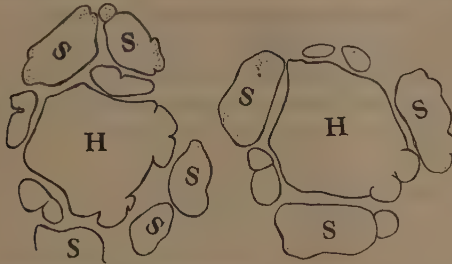


Fig. 31. Querschnitt der männlichen Infloreszenz von *Zea Mais*. Bei Seitenästen ist die Anlagestellung zweizeilig dorsiventral. H Hauptachse, S Seitenästen „Red pop corn" ×35.

TABELLE 7. Variation der Primärzeilen bei der Hauptachse der männlichen Infloreszenz. „Red pop corn"

Anlagezeilen	2	3	4	5	6
Zahl d. Infloreszenz	1	5	15	14	1

Wären die Seitenäste der männlichen Infloreszenz im Zusammenhang mit der starken Verdickung der Hauptachse korrelativ verkümmert, so würde die Hauptachse auch die Gestalt der weiblichen Kolben annehmen. Es steht ferner aussser Zweifel, dass die männliche Infloreszenz, die ursprünglich nur 2 bis 6 Primärzeilen hat, bei gutem Ernährungszustand durch Verdickung der Hauptachse auch Zeilenvermehrung erfahren kann. Die Laufrichtung der Zeilen, gerade oder schräg, folgt auch derselben Regel wie die des weiblichen Kolbens.

Aus obigen Darlegungen ist zu schliessen, dass der Maiskolben nicht durch Verwachsung der Seitenäste, sondern durch übermässige Entwicklung der Hauptachse der Infloreszenz mit gleichzeitiger Hemmung der Seitenäste entstanden ist. Mit anderen Worten, der Kolben ist mit der Hauptachse der männlichen Infloreszenz homolog.

Der verzweigte Maiskolben, der nicht selten als Missbildung auftritt, ist mithin nicht als durch Auflösung verwachsener Zweige, sondern durch Entwicklung der Seitenzweige entstanden zu betrachten. Ob aber diese Unterdrückung bloss durch korrelative Hemmung infolge der starken Entwicklung der Hauptachse und der Hüllblätter herbeigeführt wird,

ist fraglich. Denn die weibliche Infloreszenz ist in der Regel, wie KORIBA (1927, S. 112) schon betont hatte, weniger zu verzweigen geneigt als die männliche, und die genannte Missbildung der Maiskolben tritt gewöhnlich mit dem Geschlechtswechsel in gewissem Zusammenhang auf. Die Sistierung der Verzweigung scheint hier also viel tiefer als durch einfache Korrelation begründet worden zu sein. Es herrscht vielleicht eine verwickelte hormonale Wirkung auf Walten und Schaffen der Verzweigung.

10. Diskussion

Bei den Pflanzen mit superponierten Organstellungen, wie z.B. Monokotylen mit Orthodistichie, *Cyperus* mit Orthotristichie und kantenbildende Euphorbien und Kakteen sind die Organstellungen verhältnismässig regelmässig. Bei jungen Kakteen und Euphorbien entstehen die Anlagen in den Grundspiralen nach der sog. Limitdivergenz, aber bei den älteren Stengeln zeigt die Divergenz durch Überdeckung der Kanten den SCHIMPER-BRAUNschen Wert (BILHUBER 1933). Nach WEISSE (1904) findet die Kantenbildung allerdings nur im Anschluss an dem schon angelegten Blatt statt. Diese vom Blatt ausgehende Wachstumsförderung schreitet aber keineswegs nur basipetal, sondern auch akropetal fort und führt auf dieselbe Orthostich ein intensives Wachstum herbei.

Bei den Monokotylen gibt es ausser der Superposition wie Orthodistichie, –tristichie sehr oft die Spirodromie wie z.B. Spirodistichie (*Aloe, Juncus, Dracaena, Gasteria, Crinum* u.a.), Spirotristichie (*Cyperus alternifolius*) und seltener auch Spiromonostichie (*Costus*) u.a. (HIRMER 1922, GOEBEL '28, VEH '30, TROLL '37).

Bei Maiskolben gibt es nebst der Tendenz der Superposition, die bei Kolben mit geradzahligen Zeilen üblich ist, auch eine Tendenz der Spirodromie, die beim ungeradzahligen Kolben mehr oder minder auftritt, wenngleich es noch nicht klar ist, wie die Zahlen-Ungeradheit und Spirodromie miteinander in Zusammenhang stehen. Das Bestreben der Superposition bzw. der Spirodromie in der Bildungszone kann aber unter Umständen erlöschen oder wenigstens doch sehr schwach werden, wobei die Organzeilen mehr oder weniger regellos werden.

Die Divergenz hat beim ungeradzahligen Kolben mit regelmässiger Stellung keinen bestimmten Wert, sondern ist ziemlich mannigfaltig. Dies scheint bei den Pflanzen mit Spirodromie, wie *Aloe, Pandanus, Cyperus, Costus* gewöhnlich der Fall zu sein.

Der Maiskolben ist gewöhnlich morphologisch radial symmetrisch, physiologisch aber unter Umständen nicht. Es gibt viele Fälle, die die physiologische Asymmetrie der Kolben verursachen. Es kann die Einschal-

tung der Anlagezeilen oder dorsiventrale Organbildung je nach der Seite in verschiedenem Grade (+, − Seite) vor sich gehen. Bei einigen Kolben sind die Verteilung und die Laufrichtung der Zeilen und zuweilen auch ihr Entwicklungsgrad je nach den Zeilen verschieden. Die sterile Zone entsteht in der Regel in Längsrichtung, die Störung der Zeilenbildung tritt aber periodisch an der ganzen Halbseite oder auf einer Zeile oder einem Teil derselben in verschiedenem Grade auf. Aus diesen Beispielen kann man ersehen, dass die Fähigkeit der Organanlegung am Vegetationsscheitel je nach der Seite verschieden sein kann. Mit anderen Worten, jede Seite des Vegetationsscheitels wird mit der eigenen Tendenz der Organbildung wenigstens bis zu einem gewissen Grade gekennzeichnet. Die nämliche Tendenz wurde auch schon bei anderen Pflanzen beobachtet. So wird z.B. bei *Helianthus*-Köpfen die Anlegung der Blütenanlage zuweilen einseitig stark gefördert. Bei *Spiranthes*-Ähren ist auch beobachtet worden, dass die gestörte Organstellung in der Regel an einer Seite entsteht und beim Wechsel der konjugierten Parastichen der Blüten die Verminderung der Organgrösse und der Steighöhe je nach den Zeilen verschieden ausfällt (KORIBA 1914).

Beim Zahlenwechsel der Zeilen kommt die Veränderung der Laufrichtung vor, bevor der Wechsel äusserlich sichtbar wird. Bei der Abnahme der Zeilen nähern sich z.B. die beiden seitlichen Zeilen derjenigen Zeile, die bald verschwinden wird. Nach dem Verschwinden derselben laufen die beiden seitlichen Zeilen bald wieder parallel zueinander. Diese Tatsache weist darauf hin, dass die innere unsichtbare Veränderung eher als die morphologische Veränderung entsteht und dass bald nachher die innere Tendenz wieder zu dem normalen Zustande zurückkehrt. Diese Regulierung der Stellung kommt nur bei den Längsreihen vor, gilt aber nicht für die Querrichtung. Es ist aber von Interesse, dass bei der Zeilenabnahme durch Entstehung der sterilen Zone ein Richtungswechsel der Zeilen nicht auftritt.

Aus obigen Darlegungen können wir ersehen, dass die Faktoren der Organbildung und die der Organstellung, wenigstens bis zu einem gewissen Grade, von einander unabhängig sein müssen, weil selbst bei den regellosen Stellungen die Organe sich normal entwickeln.

Wie bereits erwähnt, ist bei den Störungen der Zeilenbildung die Stellung nicht selten der Juxtaposition ähnlich. Jedenfalls scheint die Juxtaposition, die im Pflanzenreich am häufigsten vorkommt, die baumechanisch primäre Stellung und die Superposition eine modifizierte, sekundäre, bei Gramineen aber ganz charakterisch, zu sein, und die Spirodromie stellt einen Zwischentyp dieser zweierlei Stellungen vor.

Verschiedene Faktoren, die die Superposition und Juxtaposition bedingen, bewirken unabhängig oder zusammen je nach der Zahl der

Primärzeilen, gerade oder ungerade, und zwar zeitlich wie räumlich in verschiedenem Grade, dass die so mannigfaltigen Organstellungen bei Maiskolben zum Vorschein kommen. Die hypertrophe Verdickung der Infloreszenzachse (Kolben) nimmt auch mehr oder weniger Anteil. Jedenfalls scheint bei Maiskolben die Tendenz der Superposition schwächer zu sein als bei den kantenbildenden Kakteen und Euphorbien.

11. Zusammenfassung

Bei Maiskolben entstehen die Ästchenanlagen akropetal reihenweise, indem zwischen ihnen die bildungsunfähigen Streifen übrig geblieben sind.

Die Zahl der Primärzeilen variiert von 2 bis 13, je nach Grösse der Kolben, und bei geradzahligen Kolben steigen die Zeilen in Orthostichen, während sie bei ungeradzahligen bald links-, bald rechtsläufig sind.

Die primäre Anlage spaltet sich nachher in zwei sekundäre Anlagen, deshalb wird die Zahl der Zeilen verdoppelt. Die sekundäre Anlage differenziert sich später zum aus zwei Blüten bestehenden Ährchen, in welchem gewöhnlich eine Blüte in rudimentalem Zustand bleibt. Die sekundären Anlagen jedes Paares entwickeln sich in der Regel zu den gleich grossen Früchten, unter Umständen aber werden sie ungleich oder die eine eines Paares schrumpft ohne weitere Entwicklung ein oder die ausgewachsene Blüte geht ohne Befruchtung zugrunde.

Bei den Kolben mit geradzahligen Zeilen ordnen sich die Zeilen äquidistant und die Organstellungen weisen die Scheinwirtel auf. Bei ungeradzahligen, besonders bei 5-, 7-zeiligen Kolben, ordnen sich die Organe in der Querschnittfläche nur selten regelmässig, wenn auch mit unbestimmten Divergenzen. Meistens sind die Organstellungen ganz unregelmässig mit völlig regellosen Divergenzen. Dies beruht hauptsächlich auf den regellosen Einschaltungen neuer Organzeilen.

Bei der Organbildung zeigt der Vegetationsscheitel unter Umständen eine physiologische Asymmetrie. Diese innere Asymmetrie übt auf die Art und Weise der Ausbildung der Anlagezeilen eine bedeutende Wirkung aus. Bei einigen Kolben kommt nämlich, je nach der Zeile oder nach der Seite, unregelmässige Organstellung vor, welche zuweilen der Juxtaposition ähnlich ist. In ausserordentlichen Fällen wird keine Anlage an einer Halbseite gebildet. Durch kombinierten Erfolg der abnormen Entwicklungsweise der sekundären Anlagen und der regellosen Stellung der primären Anlage werden die Organstellungen bei einigen Kolben immer unregelmässiger.

Bei einigen Kolben kommt nicht selten die Verbänderung vor, bei der die Organe sich regellos stellen oder selten superponieren. Beim

verbänderten Kolben tritt nicht selten auch die Gabelung auf. Bevor die Gabelung vorkommt, wird die Organstellung deutlich gestört, nach der Gabelung aber wird die Regelmässigkeit wieder hergestellt. Die Verbänderungsebene ist stets zur Mutterachse tangential gerichtet.

Die männliche Infloreszenz verzweigt rispig und an den Seitenästen zeigen die Ästchenanlagen zweizeilig dorsiventrale Anordnung, dagegen gibt es an der Hauptachse 2–6 Zeilen von Ästchenanlagen wie bei den weiblichen Kolben, und zwar sind diese bei geradzahligen Zeilen aufrecht und bei den ungeradzahligen mehr oder weniger schrägläufig.

Aus obigen Erörterungen lässt sich schliessen, dass der Kolben nicht durch Verwachsung der Seitenzweige, sondern infolge der Entwicklungshemmung derselben entstanden ist.

12. Literaturverzeichnis

ARBER, A., The Gramineae. Cambridge, 1934.

BILHUBER, E., Beiträge zur Kenntnis der Organstellungen im Pflanzenreich. Bot. Archiv., **35**, 1933.

BLARINGHEM, L., Mais et Mutation (Japan.). Bot. Mag., **43**, 1929.

BONNET, O. T., The development of the wheat spike. Jour. of Agricul. Res., **53**, 1936.

BREINDL, M., Zur Kenntnis der Baumechanik des Blütenkelches der Dikotylen. Bot. Archiv., **36**, 1934.

COLLINS, G. M., The phylogeny of Maize. Bull. Torr. Bot. Club, **57**, 1930–31.

FUJITA, T., Über die Reihe 2, 5, 7, 12.... in der schraubigen Blattstellung und die mathematische Betrachtung verschiedener Zahlenreihensysteme. Bot. Mag. **51**, 1937.

———., Über die Entstehungsweise des Sporophylls bei *Equisetum hyemale* L. var. *japonicum* MILDE mit besonderer Rücksicht auf die Stellungsverhältnisse. Bot. Mag., **52**, 1938.

———., Statistische Untersuchung über die Zahl der konjugierten Parastichen bei den schraubigen Organstellungen. Bot. Mag., **52**, 1938.

GEORGESCU, C., Blattstellungsstadien an *Echinocactus gibbosus*. Biologia Generalis, **3**, 1927.

———., Beiträge zur Kenntnis der Verbänderung. Jena, 1927.

GERNERT, W. B., Analysis of characters in corn and their behavior in transmission. Champaign, Illinois, 1912.

GOEBEL, K., Beiträge zur Entwicklungsgeschichte einiger Infloreszenzen. Jahrb. f. wiss. Bot., **14**, 1884.

———., Über die Einwirkung des Lichtes auf die Gestaltung der Kakteen und anderer Pflanzen. Flora, **80**, 1895.

———., Organographie der Pflanzen. **1**, Jena, 1928.

———., Blütenbildung und Sprossgestaltung. Jena, 1931.

HARSHBERGER, J. W., Maize: a botanical and economic study. Contr. Bot. Lab. Univ. Pennsylvania, **1**, 1893.

HIRMER, M., Zur Lösung des Problems der Blattstellungen. Jena, 1922.

———., Zur Kenntnis der Schraubenstellungen im Pflanzenreich. Planta, **14**, 1931.

ITERSON JUN, G. VAN, Mathematische und mikroskopisch-anatomische Studien über Blattstellungen, nebst Betrachtungen über den Schalenbau der Miliolien. Jena, 1907.

KELLERMAN, Mrs. W. A., The primitive corn. Meehan's Monthly, **5**, 1895.

KORIBA, K., Mechanisch-physiologische Studien über die Drehung der *Spiranthes*-Ähre. J. Call. Sc. Imp. Univ. Tokyo, **36**, Art 3, 1914.

———., Entwicklung, Wachstum und Organbildung der Pflanzen. (Japanisch). Iwanami-Koza, 1931.

———., Entwicklungsmechanische Betrachtungen über die Differenzierung der Geschlechtsorgane bei den Blütenpflanzen. Bot. Mag., **41**, 1927.

KÜSTER, E., Über Zonenbildung in kolloidalen Medien. Jena, 1931.

MILLER, C. E., Development of the pistillate spikelet and fertilization in *Zea Mays* L. Jour. of Agricul Res, **18**, 1919.

MONTOGOMERY, E. G., What is an ear of corn? Pop. Sci. Monthly, **48**, 1906.

RACIBORSKI, M., Beiträge zur Kenntnis der Cabombeen und Nymphaeaceen. Flora, **79**, 1894.

SCHMUCKER, TH., Rechts- und Linkstendenz bei Pflanzen. Beih. zur Bot. Zentralb., **41**, 1925.

SCHOUTE, J. G., Beiträge zur Blattstellungslehre. 1. Die Theorie. Rec. d. trav. bot. néerl., **10**, 1913.

———., Beiträge zur Blattstellungslehre, II. Ebenda, **11**, 1914.

———., Fasciation and Dichotomy. Ebenda, **33**, 1936.

———., On Whorled Phyllotaxis. III True and False Whorls. Ebenda, **33**, 1936.

SCHÜEPP, O., Meristeme. Berlin, 1926.

———., Zur Theorie der Blattstellung. Ber. d. deut. bot. Ges., **39**, 1921.

SCHUMANN, K., Neue Untersuchungen über den Blütenanschluss. Leipzig, 1890.

———., Praktikum für morphologische und systematische Botanik. 1904.

SCHWENDENER, S., Mechanische Theorie der Blattstellungen. Leipzig, 1878.

VEH, R. VON., Untersuchungen und Betrachtungen zum Blattstellungsproblem. Flora, **125**, 1930.

VELENOVSKÝ, J., Vergleichende Morphologie der Pflanzen. II. Prag, 1907.

VÖCHTING, H., Über die Bedeutung des Lichtes für die Gestaltung blattförmiger Cacteen. Jahrb. f. wiss. Bot., **26** 1894.

DE VRIES, H., Die Mutationstheorie, **1**, Leipzig, 1901.

WEATHERWAX, P., Morphology of the flowers of Zea Mays. Bull. Torrey Bot. Club, **43**, 1916.

———., The development of the spikelets of *Zea Mays*. Ebenda, **44**, 1917.

———., The Evolution of Maize. Ebenda, **45**, 1918.

———., Anomalies in Maize and its relatives. Ebenda, **52**, 1925.

———., The ontogeny of the Maize plant. Ebenda, **57**, 1930–31.

WEBER, H., Gramineen-Studien. 1. Über das Verhalten des Gramineen-Vegetationskegels beim Übergang zur Infloreszenzbildung. Planta, **28**, 1938.

WEISSE, A., Untersuchungen über die Blattstellung an Cacteen und anderen Stamm-Succulenten, etc. Jahrb. f. wiss. Bot., **39**, 1904.

WERTH, E., Zur experimentellen Erzeugung eingeschlechtiger Maispflanzen und zur Frage: Wo entwickeln sich gemischte (androgyne) Blütenstände am Mais? Ber. d. deut. bot. Ges., **40**, 1922.

WINKLER, H., Über die eigenartige Stellung der Blüten bei der Rubiaceen Stichianthus minutiflorus Valeton. Planta, **13**, 1931.

Studies on the formation of ascorbic acid (vitamin C) in plants

I. The influence of light on the ascorbic acid contents in various etiolated seedlings

By Tomota SUGAWARA

With 3 text-figures and 4 tables

(Received April 1, 1939)

Introduction

Since the publication of the titration method with 2,6-dichlorphenol-indophenol solution by TILLMANS et al. (22), a great number of studies on the ascorbic acids contents in fruits and vegetables have recently been reported by various investigators. According to them, the ascorbic acid occurs in large quantities in all green leaves (2, 7, 16). BESSEY and KING (2) have already advanced the view that ascorbic acid acts, like many others, as oxido-reduction factor in correlation with the function of chlorophyll. Similar results were got by CLARK (3), who has used the *Avena* seedlings grown under light, and found that the distribution of ascorbic acid in the coleoptile corresponds to that of chlorophyll. IJDO (14) suggested that ascorbic acid is a product of assimilation, or is at least closely connected with this process. Another argument in support of this theory can be found in the paper of RANDOIN et al. (18), who observed less ascorbic acid in the white than in the green portions of plants. On the other hand, HELLER (13) and MATSUOKA (15) reported that vitamin C is synthesized by the process of germination, and that light is not absolutely necessary for its formation. HAVAS (12) examined the germination of seeds and the growth of seedlings in the solution of vitamin C, in the concentrations of 1/10,000 and 5/10,000, and he found no stimulating action of the acid at all concerning the germination, but an acceleration of the longitudinal growth 25–30 per cent. DAVIES (4) observed also that the addition of ascorbic acid stimulates the germination and growth of seedlings, though the high concentration retards their development.

The present investigation is concerned with the effect of light on the formation of ascorbic acid in the various etiolated seedlings, illuminated by artificial light, under controlled environmental conditions.

Materials and methods

The seeds of spinach, lettuce, Chinese cabbage, tomato, garden pea, and barley etc. were carefully selected out for the uniformity of size, and those showing defects were discarded. In all cases, the seeds were treated with 0.1 per cent. mercuric chloride solutions for 30 minutes to destroy any fungus spore which may accidentally be adhering to their surface and then throughly washed. In some cases, the germination medium was filter paper but more frequently quartz sand which had been digested successively with alkali, acid, and plenty of water. At least thrice as many seeds as ought to be used in the experiments were germinated in the dark thermostat kept at 24 ± 1°C. After the germination, all seedlings were grown in the dark room at about 18°C. for five days.

Vigorous etiolated seedlings which are 5 days old were divided into two groups. The plants of first group were exposed continuously to light, and those of the other placed in the dark room kept approximately at the same temperature as the lighted room. MAZDA tungsten lamp was used for the illumination, and the light intensity was measured with a MACBETH illuminometer.

The amount of ascorbic acid in the seedlings was determined by the titration method with 2,6-dichlorphenolindophenol solutions, described by FUJITA et al. (5, 6). At certain definite intervals, the seedlings whose root was removed away were analyzed for ascorbic acid. For this purpose the material was quickly ground up with quartz sand in a mortar containing 5 per cent. metaphosphoric acid solution. After the centrifuging and filtering, the amount of ascorbic acid was determined with 2,6-dichlorphenolindophenol solution from a microburette. After determining the reduced ascorbic acid, the solutions were treated with H_2S to reduce the whole oxidized ascorbic acid, which may be present, and the titration was repeated.

Experimental results

Ascorbic acid content in the etiolated seedlings under artificial illumination

A number of etiolated seedings 5 days old were continuously exposed to light at 1000 lux for 48 or 96 hours, while the control was kept in a dark room. Some of the etiolated seedlings which were used as control seemed to have grown faster, and consequently were longer than the illuminated seedlings. When etiolated seedlings were exposed to light,

they began to show the characteristics of the normal green seedlings, their leaves having unfolded and expanded rapidly to form finally the chlorophyll pigment.

TABLE 1. Effect of artificial illumination on reduced ascorbic acid in seedlings (mg./g.)

Plants		48 hours			96 hours		
		Dark mg./g.	1000 lux mg./g.	Increase by illumination %	Dark mg./g.	1000 lux mg./g.	Increase by illumination %
Spinacia oleracea L.	(Japanese sp.)	0.272	0.533	95.9	0.255	0.594	132.9
,, ,,	(Novel)	0.274	0.544	98.5	0.259	0.615	137.4
Lactuca sativa L.	(New York)	0.157	0.340	116.5	0.151	0.320	111.9
Brassica pekinensis RUPR.	(Chihli Pe-tsai)	0.544	1.007	85.1	0.544	1.088	100.0
B. oleracea var. *capitata* L.	(Autumn King)	0.777	1.133	45.8	0.774	1.160	49.8
B. campestris L.	(Komatuna)	0.647	0.877	35.5	0.591	0.938	58.7
B. nipposinica BAILEY	(Mibuna)	0.644	0.866	34.4	0.643	0.891	38.5
B. Rapa L.	(Tokyotokinasi)	0.604	1.088	80.1	0.606	1.096	80.8
Raphanus sativus L. var. *macropoda*.	(Minowase)	0.604	0.906	50.0	0.604	0.907	50.1
Lycopersicum esculentum MILL.	(Red Cherry 2n)	0.195	0.318	63.0	0.195	0.303	55.3
,, ,, ,,	(,, ,, 4n)	0.195	0.310	58.9	0.200	0.306	47.0
Cucumis sativus L.	(Magomehansiro)	0.454	0.578	29.2	0.462	0.569	23.1
,, ,,	(Aodai)	0.289	0.431	49.1	0.302	0.429	42 0
Pisum sativum L.	(Alaska)	0.680	0.777	14.2	0.663	0.906	36.6
,, ,,	(French Sugar)	0.755	0.800	19.2	0.773	1.046	35.3
,, ,,	(Kinusaya)	0.755	0.971	28.6	0.746	1.088	45.8
Vicia Faba L.	(Wase Soramame)	0.987	0.987	—	1.039	1.077	3.6
Phaseolus vulgaris L.	(Satisfaction)	0.476	0.697	46.4	0.460	0.715	55.4
,, ,,	(Uzuramame)	0.358	0.461	28.7	0.340	0.494	45.2
P. angularis WIGHT		0.749	0.765	2.1	0.721	0.776	7.6
P. radiatus L. var. *typicus* PRAIN	Cotyledon	0.453	0.678	49.6	0.469	0.707	50.7
	Hypocotyl	0.308	0.292	—	0.302	0.299	—
Glycine Max MERR.	Cotyledon	0.289	0.404	36.6	0.306	0.447	46.0
	Hypocotyl	0.187	0.204	9.0	0.178	0.171	—
Zea Mays L.	(Long Fellow)	0.485	0.565	16.4	0.477	0.565	20.5
,, ,,	(Black Sugar)	0.578	0.800	39.6	0.555	0.824	48.4
Hordeum vulgare L.	(Torano-o)	0.215	0.337	56.7	0.220	0.339	54.0
,, ,,	(Gosesikoku)	0.233	0.364	54.8	0.236	0.503	55.9
Triticum sativum L.	(Sirosaya)	0.355	0.634	78 5	0.363	0.642	76.8
,, ,,	(Saitama No. 27)	0.289	0.523	80.9	0.306	0.556	81.6

The data of the determination of the ascorbic acid content is given in table I. The results of the analysis have clearly shown that even in the dark, a considerable amount of ascorbic acid is produced in the germination, but its production increased largely under the illumination. The amount of ascorbic acid in the illuminated seedlings was, in average,

TABLE II. Effect of darkness on reduced ascorbic acid in seedlings (mg./g.)

Plants		Light mg./g.	One week darkness mg./g.	Decrease by darkness %
Pisum sativum L.	(Alaska)	0.641	0.553	13.7
Zea Mays L.	(Silver Bantam)	0.442	0.376	14.7
Brassica pekinensis RUPR.	(Chihli Pe-tsai)	0.539	0.447	17.0
Triticum sativum L.	(Sirosaya)	0.344	0.298	13.3

TABLE III. Relation between the light intensities and ascorbic acid content in seedlings (mg./g.)

Plants	Light intensities (lux)	6 hours	18 hours	30 hours	42 hours
Zea Mays L. (Silver Bantam)	10000	0.570	0.604	0.642	0.670
	1000	0.547	0.583	0.600	0.631
	100	0.529	0.545	0.564	0.564
	10	0.504	0.512	0.512	0.515
	Dark	0.494	0.498	0.496	0.491
Raphanus sativus L. var. *macropoda*. (Minowase)	10000	0.741	1.037	1.100	1.106
	1000	0.687	0.794	0.886	0.945
	100	0.651	0.682	0.747	0.774
	10	0.635	0.662	0.662	0.668
	Dark	0.613	0.613	0.609	0.610
Brassica pekinensis RUPR. (Chihli Pe-tsai)	10000	0.738	0.950	1.115	1.118
	1000	0 633	0.723	0.980	1.015
	100	0.602	0.668	0.768	0.785
	10	0.579	0.603	0.625	0.632
	Dark	0.567	0.571	0 559	0.557

about 50 per cent. more than in that of the control. This fact is most distinctly seen in spinach, lettuce, and Chinese cabbage, while in broad bean or azuki bean it was much less conspicuous. In general, when etiolated bean or pea seedlings are exposed to light, the amount of ascorbic acid increased more slowly than in those of any other species. It is

evident from the data above indicated that in soybean and green gram the cotyledon has a larger amount of ascorbic acid than the hypocotyl, and that the ascorbic acid in cotyledon increases greatly through illumination, which may be due at least in part to the formation of chlorophyll.

When the seedlings will be placed in dark after having been under continuous illumination for 48 hours, the ascorbic acid content will be seen to decrease more than the seedlings under illumination for a longer time, as shown in table II. It seems that there exists a direct relationship between the photosynthesis and ascorbic acid content, inasmuch as in etiolated seedlings the latter increases when they are exposed to light.

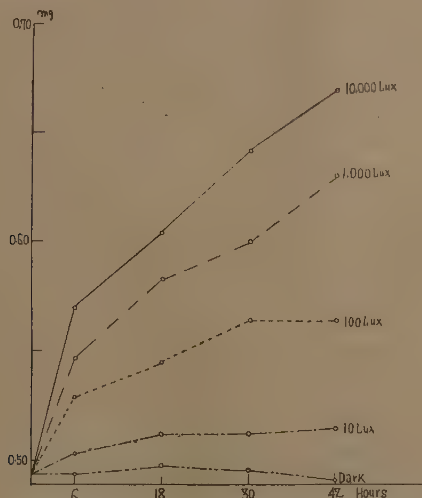


Fig. 1. Ascorbic acid content in maize seedlings under different light intensities.

Light intensity and ascorbic acid content

Etiolated seedlings 5 days old of radish, Chinese cabbage and maize, were exposed to different light intensities for 6, 18, 30, and 42 hours respectively, viz. (a) 10,000 lux, (b) 1,000 lux, (c) 100 lux, (d) 10 lux, and (e) darkness. Table III presents the amount of ascorbic acid contents in the seedlings under each light treatment.

Leaves of the seedlings exposed to high light intensity were dark green in appearance, while those exposed to low light intensity were yellowish green. The amount of the ascorbic acids under the latter condition is much less than that under the former. It will be seen that the amount of ascorbic acid increases with light intensity, at least within

the limits of the writer's experiment. The result is given graphically in fig. 1 to 3. The increase of ascorbic acid contents in seedlings goes parallel to the duration of illumination, but in case of low light intensity this relation was not clear. The amount of ascorbic acid in etiolated seedlings in the dark remains about the same in the course of the experiment.

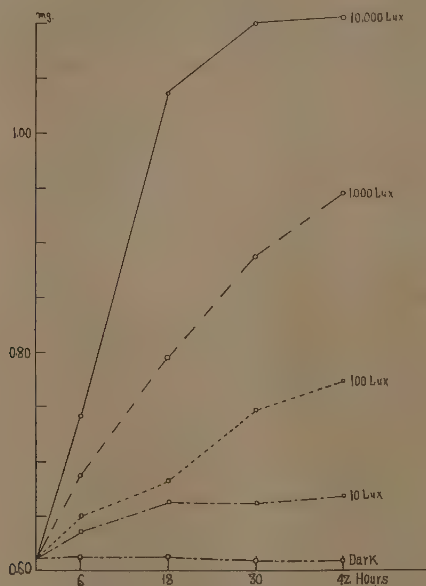


Fig. 2. **Ascorbic acid content in radish seedlings under different light intensities.**

Ascorbic acid content in albino seedlings under artificial illumination

The albino seedlings used in an experiment were those of barley (*Hordeum vulgare*) and maize (*Zea Mays*). Etiolated seedlings 5 days old were divided into two groups: the plants of the first were exposed to light at 1000 lux for 48 hours continuously, while those of the second were kept in a dark room as the control. The seedlings of both groups were finally analyzed for ascorbic acid, whose data are given in table IV. It is clearly indicated that the amount of ascorbic acid in the pure white seedlings under illumination is much less than in those of the normal ones, and that the albino seedlings of barley and maize exposed to light

contain ascorbic acid in almost the same quantity as in the seedlings placed in dark for control, though the synthesis of ascorbic acid in leaves does not depend upon the presence of chlorophyll (see table II.) From

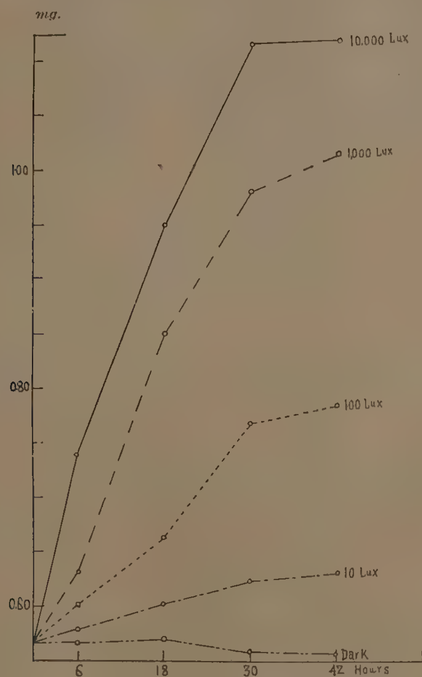


Fig. 3. Ascorbic acid content in Chinese cabbage seedlings under different light intensities.

TABLE IV. Effect of light on reduced ascorbic acid in albino seedlings (mg./g.)

Plants	Illumination		Dark
	Normal seedlings	Albino seedlings	
Hordeum sativum distichum HACK. (Gorden melon)	0.422	0.246	0.241
Zea Mays L. (Yellow Dent Corn)	0.623	0.442	0.437

the results above cited it will be seen that when seedlings containing chlorophyll are exposed to light, ascorbic acid is formed in their leaves.

Discussion

This study refers to the influence of artificial illumination on the ascorbic acid content of young seedlings. Its results show that, on the whole, there is a close relationship between the amount of ascorbic acid and light, viz., with the decreasing light intensity, there is the decrease in the amount of ascorbic acid formed by the seedlings. However, not only does not the amount of ascorbic acid in the albino seedlings increase by illumination, but also the ascorbic acid contents are not directly proportional to light intensity. It seems from these results that when etiolated seedlings are exposed to light and chlorophyll is present, ascorbic acid is synthesized in the leaves. CLARK (3) recognized that though the distribution of ascorbic acid in the coleoptile corresponds to that of chlorophyll in plants grown under light, neither its presence nor its distribution in the coleoptiles of plants grown in the dark does depend upon chlorophyll. GASSNER and GOEZE (8, 9), ALTER (1), and the author (20) stated that both nitrogen and potassium are very effective for activating the photosynthetic process and increasing the chlorophyll contents. On the other hand, IDJO (14), PFÜTZER (17), and the author (21) observed that the above elements have a certain influence on the amount of ascorbic acid contents. The connection of photosynthesis and ascorbic acid was ascertained in our experiments: a direct relationship between the photosynthesis and ascorbic acid contents in leaves may be inferred from the fact that the amount of ascorbic acid content in leaves of seedlings does increase when exposed to light.

It is evident that the germination of the seeds, even in the dark, produces a considerable amount of ascorbic acid, though it will much increase through illumination. Similar results were observed by HELLER (13) and MATSUOKA (15), basing on their experiment on many kinds of seeds: the vitamin C is synthesized in the process of germination, and light is not absolutely necessary for the formation of ascorbic acid, though its amount is more or less affected by light. It may therefore be concluded that the photosynthesis is not absolutely essential for the formation of ascorbic acid in plants.

Summary

(1) The effect of light on the ascorbic acid content in the plants was studied in the young seedlings of various plants under different light conditions.

(2) A considerable amount of ascorbic acid is detected in etiolated seedlings placed in the dark.

(3) The formation of ascorbic acid in the leaves of seedlings is affected by the action of light.

(4) The amount of ascorbic acid in the seedlings is directly proportional to the increase of light intensity, at least within the limits of the writer's experiments.

(5) The ascorbic acid content of hypocotyl of bean plants was much less than that of the cotyledons, and its amount does not increase through the illumination.

(6) The albino seedlings grown under the illumination had almost the same quantities of the ascorbic acid as in the seedlings placed in dark.

(7) The ascorbic acid is formed in leaves when the seedlings containing chlorophyll are exposed to light.

(8) A direct relationship between ascorbic acid contents and photosynthesis is supposed to exist.

The author wishes to express his sincere thanks to Prof. Y. NOGUTI for his kindness in suggesting the subject of investigation as well as for his kind advice throughout the work.

LABORATORY OF AGRONOMY, FACULTY OF AGRICULTURE,
TOKYO IMPERIAL UNIVERSITY

Literature cited

(1) ALTEN, F., GOEZE, G. u. FISCHER, H.: Mineralsalzernährung, Kohlensäureassimilation und Stickstoffhaushalt junger Weizenpflanzen. Ernäh. d. Pflanzen, **34**: 73, 1938.

(2) BESSEY, O. A. and KING, C. G.: The distribution of vitamin C in plant and animal tissue and its determination. Biol. Chem. **103**: 687, 1933.

(3) CLARK, W. G.: Ascorbic acid in the *Avena* coleoptile. Bot. Gaz. **99**: 116, 1937.

(4) DAVIES, W., ATKINS, G. A. and HUDSON, P. C. B.: The effect of ascorbic acid and certain indole derivatives on the regeneration and germination of plants. Ann. Bot. N. S. **1**: 329, 1937.

(5) FUJITA, A. u. IWATAKE, D.: Über die Bestimmung von Vitamin C mittels 2,6-Dichlorphenol-indophenol. Biochem. Z. **277**: 293, 1935.

(6) ——— u. EBIHARA, T.: Kolorimetrische Bestimmung von Vitamin C mittels Phospho-18 Wolframsäure I. Bestimmung von Gesamt-Vitamin C. Biochem. Z. **290**: 192, 1937.

(7) ——— u. ———: Über die Verteilung des Vitamin C in tierischen und pflanzlichen Geweben I. Biochem. Z. **290**: 201, 1937.

(8) GASSNER, G. u. GOEZE, G.: Über den Einfluss der Kaliernährung auf die Assimilationsgrösse von Weizenblättern. Ber. d. D. Bot. Ges. **50a**: 412, 1932.

(9) ——— u. ———: Assimilationsverhalten, Chlorophyllgehalt und Transpilations-Grösse von Getreideblättern mit besonderer Berücksichtigung der Kalium- und Stickstoffernährung. Zs. f. Bot. **27**: 257, 1934.

(10) GIROUD, A., RATSIMAMANGA, R. et LEBIOND, C. P.: Parallélisme entre la vitamin C et la chlorophylle. Compt. Rend. Soc. Biol. Paris, **137**: 612, 1934.
(11) HUSEN, SYNNÖVE, V.: Effect of vitamin C (ascorbic acid) on the growth of plants. Nature, 28 sept. 516, 1935.
(12) HAVAE, L.: Ascorbic acid (vitamin C) and the germination and growth of aeedlings. Nature, 14 Sept. 435, 1935.
(13) HELLER, V. G.: Vitamin synthesis in plants as affected by light source. J. Biol. Chem. **76**: 499, 1938.
(14) IJDO, J. B. H.: The influence of fertilizers on the carotene and vitamin C content of plants. Biochem. Jour. **30**: 2307, 1936.
(15) MATSUOKA, T.: Studies on vitamin C (1). Bull. Agr. Chem. Soc. Japan, **12**: 1203, 1936.
(16) MITSUDA, H.: Studies on vitamin C (1). Bull. Agr. Chem. Soc. Japan, **14**: 1228, 1938.
(17) PFÜTZER, G.: Zusammenhang zwischen Mineralstoffaufnahme und Vitamingehalten von Pflanzen. Angew. Chem. **50**: 645, 1937.
(18) RANDOIN, L. GIROUD, A. et LEBLOND, C. P.: Relation entre le teneur en vitamin C de divers tissus végétaux et la présence ou l'absence de chlorophylle. Compt. Rend. Soc. Biol. Paris, **120**: 297, 1935.
(19) ———, ——— et ———: Recherches biologiques et biochemiques sur la teneur en acide ascorbique des tissus chlorophylliens et achlorophylliens. Bull. Soc. chim. Biol. Paris, **17**: 1646, 1935.
(20) SUGAWARA, T.: The influence of potash fertilizer on the photosynthetic activity of rape-leaves. Bull. Alum. Asso. Utunomiya Agr. College. **1**: 5, 1938.
(21) ——— Influence of fertilizers on the ascorbic acid content of spinach. Jour. Sci. Soil and Manure, Japan, **12**: 567, 1938.
(22) TILLMANS, J., HIRSCH, P. u. JACKISCH, J: Das Reduktionsvermögen pflanzlicher Lebensmittel und seine Beziehung zur Vitamin C. Zs. f. Unters. d. Lebensm. **60**: 34, 1930, **63**: 1, 21, 241, 267, 276, 1932.

Studien über die Mykorrhiza von *Galeola septentrionalis* Reichb. f.—Ein neuer Fall der Mykorrhiza-Bildung durch intraradicale Rhizomorpha

Von Minoru HAMADA

Botanisches Institut, Wissenschaftliche Fakultät,
Kyoto Kaiserliche Universität, Kyoto

Mit Tafel I—II und 25 Textfiguren

(Eingegangen am 13. April 1939)

Inhaltsverzeichnis

Seite

I. Einleitung 152
II. Morphologisches 153
(1) Äussere Morphologie (mit Tab. I) 153
(2) Messungsbeispiele (mit Tab. II) 157
(3) Anatomisches 157
(4) Übersichtstabelle der Membranreaktionen (mit Tab. III) 160
(5) Verpilzung und Verbindung der Rhizomorpha 160
(6) Pilzverdauungsprozess (Tolypophagie) 165
(7) Die Reaktionen der Wirtszellen gegen Verpilzung (Aussenrinde) bzw. Besiedlung (echte Rinde) 168
(8) Ein Sonderfall der Mykorrhiza-Kombination 170
III. Pilzsymbiont = *Armillaria mellea* (mit Tab. IV und V) 170
IV. Physiologisches (Verdauungssubstanzen und ihre Translokation; Wechselbeziehung zwischen Verdauung und pH bzw. Hydratur) 174
A. Allgemeine Methode (mit Tab. VI und VII) 174
B. Verteilung der Stoffe (mit Tab. VIII und IX) 176
C. Wasserstoffionenkonzentration (mit Tab. X und XI) 179
D. Der Schleim und Schleimgang (mit Tab. XII) 180
E. Stoffverteilung in den Pilzgebilden (mit Tab. XIII) 183
F. Die jahreszeitlichen Veränderungen der Stoffe in den Pilzgebilden. 184
G. Die jahreszeitlichen Veränderungen der Verteilung wichtiger Stoffe im Wirtskörper 186
H. Hydratur (mit Tab. XIV) 192
V. Ökologisches 195
VI. Betrachtungen (mit Tab. XV) 197
VII. Zusammenfassung 205
VIII. Literatur 206

I. Einleitung

Es ist eine auffallende Erscheinung, dass die heterotrophe Gattung *Galeola* die mächtigsten der Orchideen vertritt. Der Schlingstengel von japanischer *G. altissima* REICHB. f. erreicht z.B. 40 m Länge. Man darf mit Recht fragen, in welcher Weise die Mykotrophen zu dieser Grösse gelangen können.

Die Orchideenmykorrhiza ist seit langem durch zahlreiche Forscher, insbesondere durch B. FRANK, N. BERNARD, BURGEFF, KUSANO, u.a. untersucht worden (vgl. BURGEFF 1936). Der Spärlichkeit des Materials wegen, zumal bei den Holomykotrophen, fehlt es aber noch an ausführlichen Untersuchungen, besonders, was den jahreszeitlichen Verlauf mit Bezug auf die äusseren und inneren Umstände (vgl. PFEFFER II. §§ 20, 39), manche zellphysiologischen Fragen usw. anbelangt.

Was nun die Gattung *Galeola* anbelangt, so wurden *G. javanica* und *hydra* aus den Tropen von GROOM (1895) und BURGEFF (l.c. und 1932) untersucht. *G. septentrionalis* der gemässigten Gegend hat aber derjenigen der Tropen gegenüber viele Eigentümlichkeiten. Seit fünf Jahren habe ich mich mit ihr beschäftigt. Die Wurzel dieser Pflanze ist lang andauernd im Gegensatz zu denjenigen Orchideen, deren Vegetationsorgane mit der Samenreife zugrunde gehen. Sie ist also besonders dazu geeignet, verschiedene ungelöste Fragen jahreszeitlich zu verfolgen.

Unter anderem wurde gefunden:

Zweierlei Verpilzungsweisen, die Hyphen- resp. Rhizomorpha-Infektion oder die temporäre resp. permanente Infektion;

Die Möglichkeit der Ölverdauung;

Verdauungswendephase in Bezug auf die pH-Veränderung;

Konvergenzerscheinung der Hydraturkurven bei verschiedenen Teilen der Pflanze in bestimmten Jahreszeiten;

Zweierlei Verdauungsweisen einunddesselben Pilzes je nach dem Wirte; usw.

Auf die Kulturversuche des Pilzsymbiontes möchte ich bei anderer Gelengenheit näher eingehen.

Die Pflanze, die sich in Japan von Hokkaido (etwa 44° n. Br.) bis Kiushu (32° n. Br.) verbreitet, ist an ihren unterirdischen Teilen (Wurzel und Rhizom) so gross, dass sie unter Umständen ca. 1 a Flächenraum besitzen kann (vgl. Tab. II, S. 157). Trotz der Riesenhaftigkeit der unterirdischen Teile ist der Blütenschaft, welcher gegen Herbst viele rote Früchte (Fig. 1, 4) trägt und mit etwas plumpen immergrünen Herbstwäldern schön kontrastiert, ziemlich klein, nämlich weniger als 1 m hoch.

Ausser ihrer Riesenhaftigkeit(1) zeigt die Wurzel eine so gute funktionelle Differenzierung je nach der Wurzel und deren Teilen, dass ich darunter 15 Teile, und an der ganzen Pflanze 22 Teile, zu unterscheiden vermochte (vgl. Tab. VI, S. 175).

---

(1) Es würde drei Männer tagelang in Anspruch nehmen, die Pflanze vollkommen auszugraben.

Dies hat aber den grossen Vorteil, dass man an einem einzigen Exemplar die verschiedensten Untersuchungen (morphologisch, mikrochemisch, in Bezug auf Hydratur, pH usw.) ausführen kann, was bei den winzigen Holosaprotrophen fast unmöglich ist.

Vergleichshalber nahm ich auch verschiedene andere Orchideen usw. und zwar grüne (*Habenaria, Spiranthes*) wie holosaprotrophische (*Gastrodia; Sciaphila, Burmannia*).

An dieser Stelle möchte ich Herrn Prof. Dr. K. KORIBA meinen herzlichen Dank für seine ununterbrochene Anregung und Leitung aussprechen, ebenso den Herren Dr. TUTIYA, IMAMURA, MIKI, HAKAMADA (†), OHWI; den Herren Prof. Dr. HEMMI und (a.o.) Prof. Dr. ABE für ihre verschiedenartigen Hinweise; Herrn Dr. TAGAWA habe ich für Aufzeigen des Standortes am Anfang meiner Studien, und meinen Kollegen sowie Herren SIODA und TORII für grosse Mühen, diese Pflanze in den Bergwäldern zu entdecken und auszugraben, meinen weiteren Dank abzustatten. Auch Herrn Dr. YOSHINAGA und Herrn KASIYAMA bin ich für die mir erwiesene Güte und Freundlichkeit bei Sammlung des Vergleichsmaterials zu grossem Dank verpflichtet.

II. Morphologisches

(1) Äussere Morphologie

Die Entwicklung der Pflanze aus Samen ist noch unbekannt.

Unterirdischer Teil (Rhizom und Wurzel) mehrjährig; oberirdischer Teil (Blütenschaft) einjährig; Blütenschaft, der anfangs weissgelb ist und später gelbbraun wird, sprosst Mitte Juni (Kyoto) und blüht Mitte Juli (Fig. 1); Blüten etwas ziegelfarbig gelb. Blütenschaft, von dem meistens 1-2 vorhanden sind, der zuweilen aber zahlreich pro Pflanze ist (Fig. 1), treibt jährlich aus derselben Pflanze, kann aber auch einige Jahre pausieren. Mitte Oktober reifen die grossen, indehizienten, anfangs ziegelrot, später dunkelrot werdenden Früchte, die als Volksheilmittel benutzt werden. Es gibt zwei Typen dieser Früchte (Fig. 4 C), die je nach der Pflanze konstant auftreten (Rasse?); die Blüten und übrigen Teile zeigen aber keine Differenzen. Blütenschaft und Pedizel haben Nektarhaare. Blatt (Deckblatt) reduziert, schuppenförmig Chlorophyll abwesend. Reduzierte Stomata treten an den beiden Seiten des Schuppenblattes sowie der ganzen Oberfläche des Blütenschaftes auf (Fig. 2; Tab. I). Die Samen sind schwarz, geflügelt (Fig. 3) und die schwersten unter den Orchideensamen (0,022 mg pro Samen).

Das **Rhizom** besteht aus dem unteren wurzeltragenden Teile, der ca. 50 cm tief, und mehr oder weniger wagerecht liegt, und dem oberen, den Blütenschaft tragenden, sympodialen aufrechten Teile (Fig. 4 B). Der letztere ist besonders dicht von Schuppenblättern bedeckt, die etwas fleischiger und mit sehr reduzierten Stomata versehen sind[1].

---

(1) Über die Bedeutung (Wasserhaushalt) des Schuppenblattes des Rhizoms bei *Galeola javanica* s. GROOM.

Das schwarzbraune dicke Rhizom als Ganzes sieht mithin haken-, U-, W- oder doppel-W usw.-förmig aus (Fig. 4 B).

Die mehrjärige **Wurzel** läuft 5—15 cm tief parallel zur Bodenfläche, gegen den Winter hin wird sie aber etwas tiefer (Thermotropismus?). Das Wurzelsystem mässig erwachsener Pflanzen besteht aus ca. 20 langen, ausstrahlenden Langwurzeln mit zugehörigen kurzen Seitenwurzeln. Diese Kurzwurzeln sind im allgemeinen nur 5-20 cm, zuweilen erlangen sie aber die Länge der Mutterwurzel und treiben einige sekundäre

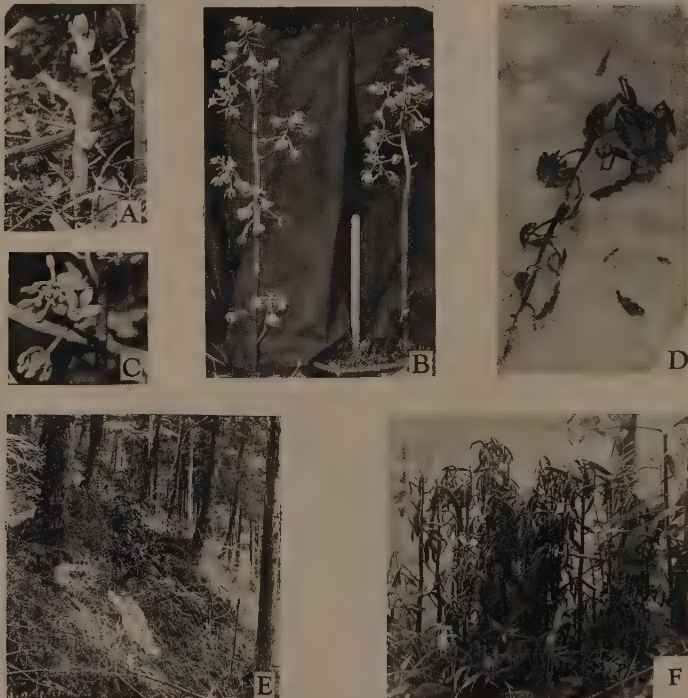


Fig. 1. **A–D Blütenschaft und Blüten.** A) Junger Spross und dahinter ein gefallener, vorjähriger Blütenschaft (16. Juni 1935, ca. 3:10). B) Zwei Blütenschäfte einer Pflanze in voller Blüte, einige Blüten sind schon bestäubt (20. Juli 1935, ca. 1:12). C) Blüten (12. Juli 1935, ca. 1:4). D) Ein vorjähriger Blütenschaft, der von ca. 40 cm Schnee begraben worden war (22. Januar 1934, ca. 1:14). E) Standortsansicht (*Chamaecyparis obtusa*-Aufforstung); auf dem weissen Tuch ist ein vorjähriger Blütenschaft zu sehen (dieselbe Pflanze wie D; 6. Mai 1934, ca. 1:75). F) Ein äusserst üppiger *Galeola*-Bestand mit 34 Blütenschäften. Ob er zu einem einzigen Stock gehört oder nicht, wurde nicht untersucht (2. Aug. 1936, ca. 1:15; im Jahre 1937 waren nur 10 Schäfte zusehen). A Kibuneyama, B-E Kuramayama, F Sizuhara bei Kyoto.

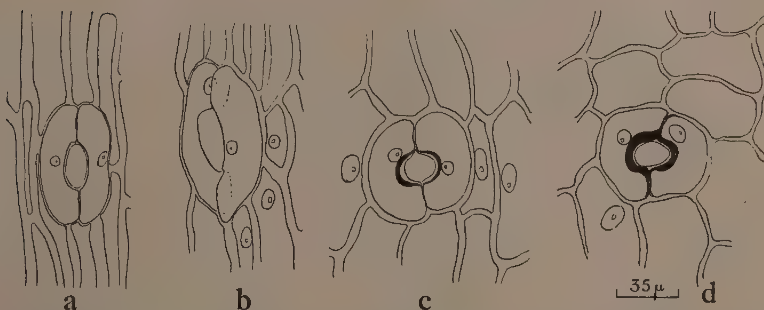


Fig. 2. a, b Stomata auf dem Blütenschaft (b sehr irregulär); c, d auf dem Deckblatt, c an der Aussen-, d an der Innenseite (a, b 7. Aug. 1937; c, d 12. Juli 1937).

Tabelle I. Zahl der Stomata im Blütenschaft und den Deckschuppen mit Hinweis auf die Stärke.

	Deckschuppen		Stengeloberfläche
	äussere Seite	innere Seite	
Zahl/qmm	3,6	10,9	sehr selten
Stärke in Schliesszellen	+*	+*	—

* sehr wenig (Jod-Chloralhydrat).

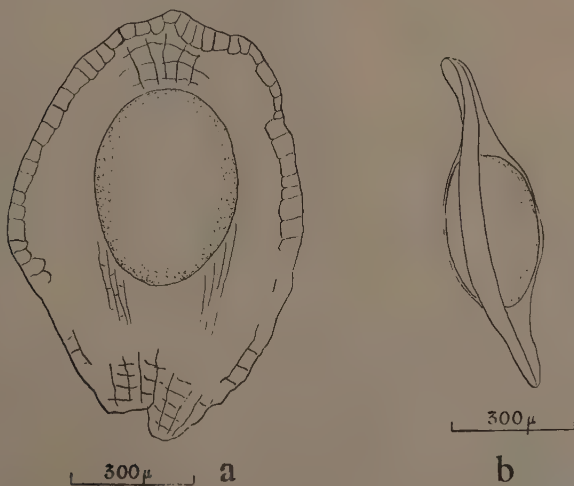


Fig. 3. Samen mit Flügeln versehen. a) Vorder-, b) Profilansicht.

Seitenwurzeln; besonders wenn die Langwurzel zufällig an ihrer Spitze beschädigt wird. Unter den Wurzeln kann man die jungen, unverpilzten, und die alten, verpilzten unterscheiden; jene sind gelbweiss und arm bzw. ohne Seitenwurzeln, erlangen aber öfters über 2 m. Die zahlreichen Seitenwurzeln treiben von den verpilzten Langwurzeln ab, die zuweilen 5 m Länge erreichen.

An Wurzeln von unter 1 m Länge fehlen noch die Seitenwurzeln, auch sind sie noch unverpilzt; erreichen sie 1-2 m, so beginnt die Seitenwurzelbildung und hie und da die ,, temporäre " Verpilzung (S. 161). Die echte (,, permanente ") Verpilzung durch Rhizomorpha findet aber noch später statt.

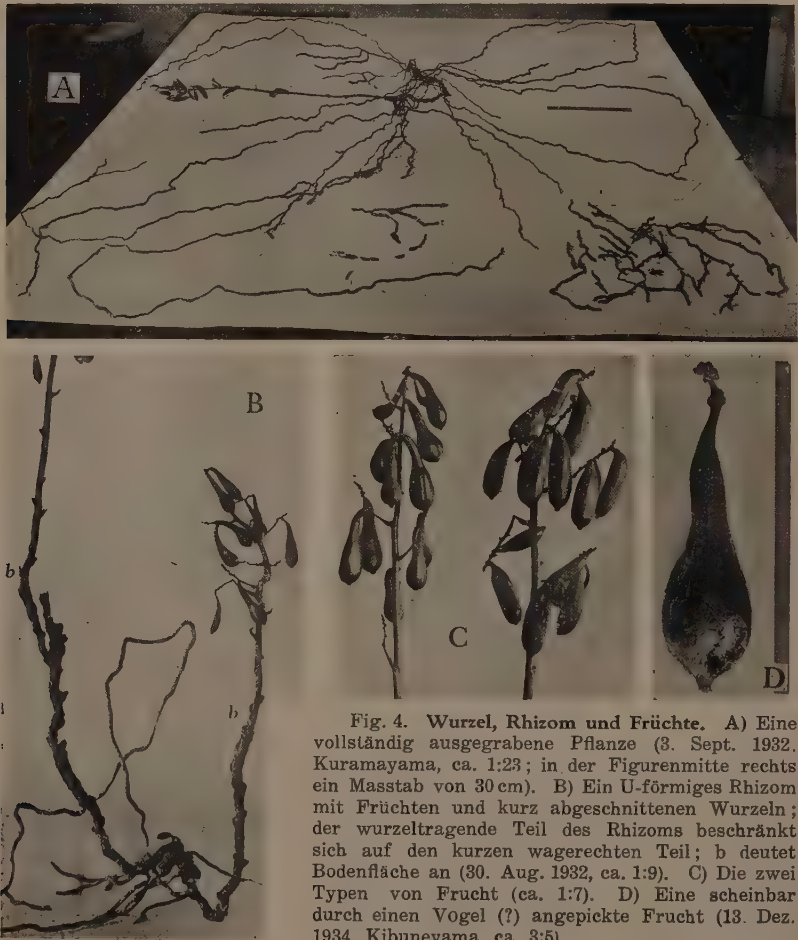


Fig. 4. **Wurzel, Rhizom und Früchte.** A) Eine vollständig ausgegrabene Pflanze (3. Sept. 1932. Kuramayama, ca. 1:23; in der Figurenmitte rechts ein Masstab von 30 cm). B) Ein U-förmiges Rhizom mit Früchten und kurz abgeschnittenen Wurzeln; der wurzeltragende Teil des Rhizoms beschränkt sich auf den kurzen wagerechten Teil; b deutet Bodenfläche an (30. Aug. 1932, ca. 1:9). C) Die zwei Typen von Frucht (ca. 1:7). D) Eine scheinbar durch einen Vogel (?) angepickte Frucht (13. Dez. 1934, Kibuneyama, ca. 3:5).

Unter ca. 20 Langwurzeln einer Pflanze gibt es von den echt verpilzten, also den Hauptemährern, gewöhnlich nur 1-2. Die übrigen, wenngleich zuweilen mit temporärer fleckenweiser Verpilzung an kleinem Areale, funktionieren im grossen Ganzen nur als Speicher (s. Mikrochemie).

An der Oberfläche der Wurzel sehen wir hie und da schwarzbraune, längsgerichtete, lentizellenartige Risse (Taf. I. Fig. 4). Wurzelhaare fehlen (bei *G. hydra* existiert, BURGEFF 1932).

(2) Messungsbeispiele

TABELLE II a. Messungsdaten von Zahlen und Grössen verschiedener Organe einer Pflanze, die in Fig. 4 A gezeigt sind.

	Unterirdischer Teil		Oberirdischer Teil	
	Wurzel	Rhizom	Blütenschaft	Frucht
Zahl:	27	1	1	17
Länge cm:	2559,8 (insgesamt)	54 (21+46+8)	99	10×3 (grösste)
Dicke cm:	0,6 0,8 1,0	1,3 1,5 2,0	in der Mitte 0,8	7×1,7 (kleinste)
Frischgewicht in gr:	> 1185*		206	

* teils abgerissen und etwas vertrocknet.

TABELLE II b. Länge der Wurzel.

Länge in cm:	0 10	10-50	50-100	100-150	150-200	200-250	315	verderbende Wurzeln
Zahl:	5	3	5	1	4	4	1*	4

* Bei einem anderen Exemplar erreichte eine Wurzel über 5 m.

(3) Anatomisches

Blütenschaft anfangs parenchymatisch und weich, später verholzen einige der innersten Rindenschichten und einzelne Bündelscheiden als Sklerenchymscheide (Fig. 5a-c). Das **Rhizom** zeigt fast dieselbe Struktur wie jene (Fig. 5d-g).

Wurzelhaube existiert (Fig. 6); Vegetationspunkt der Wurzel ist mehr oder minder M-förmig, besonders bei der Kurzwurzel (Fig. 6). Die Wurzelgewebe lassen sich folgenderweise einteilen:

Epidermis
Aussenrinde
Exodermis
echte Rinde
Sklerenchymscheide
Endodermis
Perizykel
Zentralzylinder (Xylem, Phloëm, Mark) (Fig. 7 und Taf. II 3).

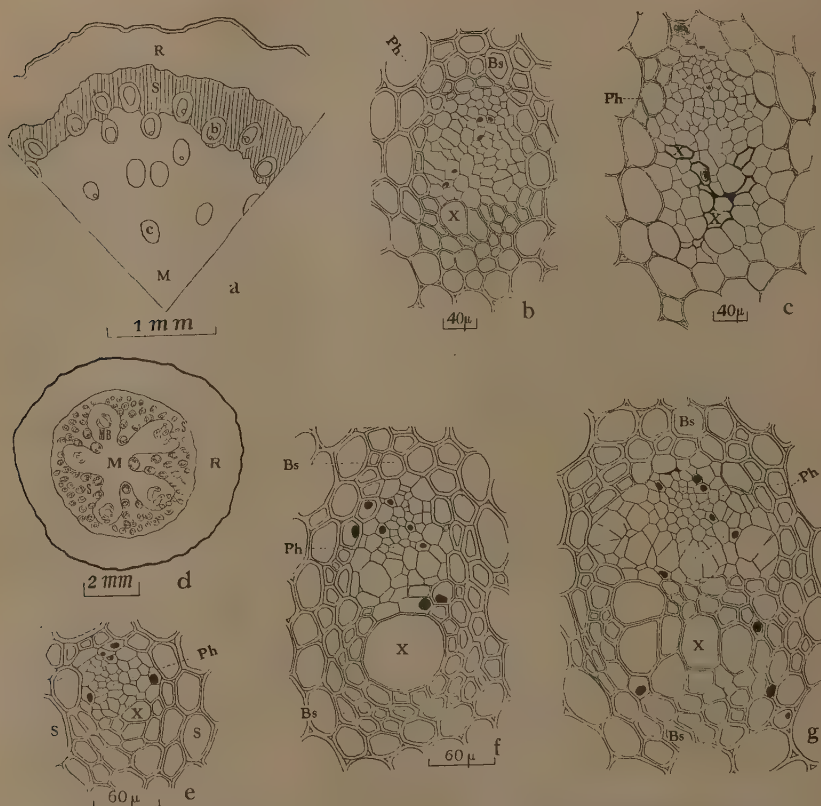
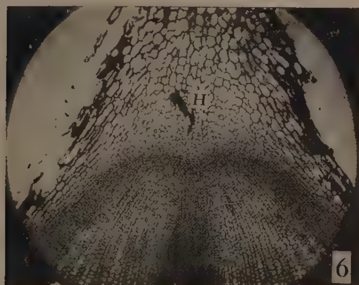


Fig. 5. a–c. **Struktur des Blütenschaftes.** a) Querschnittssektor; b (von a) Gefässbündel des äusseren, c (von a) dasselbe des inneren Teils; R Rinde, S Sklerenchymscheide, M Mark, Bs Bündelscheide, X Xylem, Ph Phloëm; im Blütenschaft ist das Xylem nur schlecht gebildet (gesammelt Sept. 1931).

d–g. **Struktur des Rhizoms** (Nr. 18*). d) Querchnittsansicht; e) Gefässbündel des äusseren, f) des mittleren, g) des inneren Teils; MB markständiges Bündel des Schuppenblattes; andere Abkürzung. wie a–c; im Rhizom ist das Xylem mässig entwickelt (d etwas älterer Teil).

* Nr. vgl. Tab. VI oder Fig. 14.

Die Epidermis und 1–2 Subepidermiszellschichten der Wurzel verkorken ziemlich früh. Aussenrinde (einschl. Subepidermis) 6–8 zellschichtig, dient später als P i l z w i r t s s c h i c h t (PWS). Exodermis anfangs ohne Differenzierung, erfährt aber Membranverholzung, wenn die Verpilzung stattfindet (vgl. S. 169). Die echte Rinde ist 15–20 zellschichtig und funktioniert als Speichergewebe bzw. als P i l z v e r d a u u n g s s c h i c h t (PVS). In der echten Rinde sind die Schleimgänge zerstreut vorhanden.



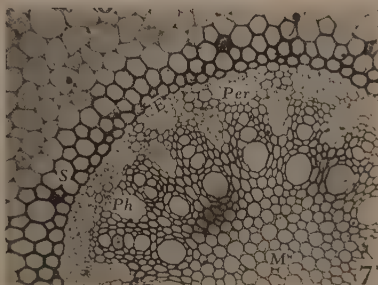


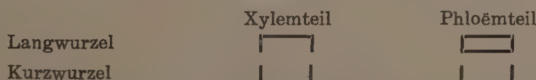
Fig. 6. Vegetationsscheitel einer Kurzwurzel, etwa M-förmig; H Wurzelhaube (Längsschnitt, 23,4:1).

Fig. 7. Gefässbündel usw. der Wurzel mittlerer Teil von unverpilzten Langwurzel). S Sklerenchymscheide, E Endodermis, Per Perizykel, Ph Phloëm, M Mark; Perizykel in Phloëmteil etwas verholzt (Safranin-DELAFIELDS Haematoxylin-Färbung, 45:1).

Die Schleimzellen (Taf. II 6) werden schon nahe am Vegetationspunkt der Wurzel gebildet und eine Reihe von diesen etwas grösseren Zellen verwandelt sich später nach Auflösung ihrer Scheidewände in einen Schleimgang. Die Schleimgänge bzw. Schleimzellen verbreiten sich auch in der Rinde von Rhizom, Blütenschaft und Früchten. Der Schleim enthält viele Öltropfen und Rhaphiden.

Die innersten einiger Zellschichten der Rinde, zumal der von Langwurzeln, verholzen später und verwandeln sich in die Sklerenchymscheide. Der äussere Teil der Wurzel (Epidermis, Aussenrinde und unter Umständen auch echte Rinde) geht öfters zugrunde, dennoch bleibt die Wurzelspitze lebendig. Die Endodermis der Wurzel ist einschichtig mit verholztem CASPARY'schen Streifen.

Die Verholzung der Endodermis ist je nach der Lang- und Kurzwurzel, und je nach dem Xylem-, resp. Phloëmteile verschieden. Sie lässt sich schematisch folgenderweise darstellen (Querschnitt, äussere Seite oben):—



Auch der Wurzelperizykel am Phloëmteile verholzt später, während er am Xylemteile unverholzt bleibt; dieser Teil dient also als „Durchlasszellen" (Fig. 7). Das Mark der Langwurzel verholzt auch später ebenso wie das des Rhizoms.

(4) Übersichtstabelle der Membranreaktionen

TABELLE III. Übersicht über die Membranreaktionen.
(Formalin-Material).

	Wurzel		Rhizom		Blüten- schaft	Schuppenblatt		Frucht
	Unver- pilzt	Ver- pilzt	Wurzel- teil	Spross- teil		Rhizom	Blüten- schaft	
Epidermis	K	K, L[1]	K, (L)	L. (K?)	L	äussere Seite (L) innere Seite K[3]	L	(K)
Subepidermis	K	K, L[1]	L	(L)	—	äussere Seite (L) innere Seite —	(L)	—
Aussenrinde	—	L[1]	/	/	/	/	/	Rinde —
Exodermis	—	L[1]	/	/	/	/	/	/
Echte Rinde; Mesophyll des Schuppenblattes	—	—	—	—	—	—	—	Fleisch —
Endodermis; Perizykel	vgl. S. 159		/			/	/	/
Sklerenchym- scheide, Mark	L[2]	L[2]	L	L[4]	L[4]	/		

K Verkorken, L Verholzen, — Zellulose, ( ) wenig;
1) Reaktionen gegen Verpilzung (vgl. S. 168).
2) nur in der Wurzelbasis,
3) Schliesszellen —,
4) Mark —,

(5) Verpilzung und Verbindung der Rhizomorpha

(a) Verpilzungsort. Es wird nur diejenige Wurzel „permanent" verpilzt, welche eine bestimmte Länge erreicht und einige Seitenwurzeln gebildet hat. Sie scheint also sozusagen erst hiermit verpilzungsbereit geworden zu sein (über Immunitätserscheinung s. THOMAS). Die Verpilzung findet am frühesten und am häufigsten an den Kurzwurzeln statt abgesehen von „temporärer" Verpilzung (S. 161), während bei den Langwurzeln, besonders an ihren basalen, dem Rhizom zugewendeten Teilen, die Verpilzung nur später und seltener vorkommt (Hemmungssubstanz im Rhizom? vgl. S. 200). Nach BURGEFF (1932) soll bei *Galeola hydra* die Verpilzung nur auf die Kurzwurzeln beschränkt sein.

(b) Verpilzungsweise. Es gibt keinen bestimmten Eintrittsort bei der Verpilzung wie etwa die Wurzelhaare bei den meisten Orchideen, und es scheint mir, dass der Pilz (Hyphe oder Rhizomorpha) durch jede Epidermiszelle der Wurzel die Aussenrinde zu infizieren vermag.

Die Verpilzungsweise ist aber je nach der Mächtigkeit des Pilzes—einzelne Hyphen bzw. Rhizomorphen—verschieden, dadurch lassen sich auch zwei Modi der Verpilzung unterscheiden :- die **temporäre** und die **permanente Verpilzung.**

(i) *Die temporäre Verpilzung.* Die Hyphe bildet an der Oberfläche der Wurzel ein Haftorgan (oder Polster, Taf. I 5; vgl. KUSANO, S. 7–8, „Cushion-cell"), welches aus einer Mischung von organischer Substanz mit den braunen sklerenchymatischen Hyphen besteht. Dann infiziert die Hyphe durch die Epidermiszellen hindurch die Aussenrinde, weiter die echte Rinde (Besiedlung der Hyphe[1]) und wird dort auf normale Weise (Tolypophagie) verdaut (Taf. I 6) oder, wenn die Nährstoffe draussen für die Pilze unzureichend sind, bleibt sie nur in der Aussenrinde ohne verdaut zu werden. Die temporäre Verpilzung ist also fast dieselbe wie die der grünen Orchideen usw. Der verpilzte Ort zeigt gelbbraune Flecken an der Oberfläche.

(ii) *Die permanente Verpilzung* ist die wesentlichere Verpilzung bei dieser Pflanze. Sie stellt einen ganz sonderbaren Fall unter den Mykotrophen dar:- Die Rhizomorpha (*Rh. subcorticalis* oder *Rh. subterranea*, S. 162) infiziert unmittelbar die Aussenrinde und bildet dort die **intraradicale Rhizomorpha** oder „*Rh. intraradicalis*", die auf und ab, die Exodermis entlang, sich in der Aussenrinde weiter streckt, indem sie die Wirtszellen zerstört. Die typische (regelmässige, S. 166) Knäuelbildung in der echten Rinde (PVS) wird gänzlich von den aus der intraradicalen Rhizomorpha sich abzweigenden Hyphen verursacht.

Es scheint mir, dass auch beim Anfang der Rhizomorpha-Infektion die einzelne Hyphe, wie bei der temporären Verpilzung, als Führer der Rhizomorpha dient, wie wir in Taf. I. Fig. 7 sehen, welche einen Zwischenfall von temporärer und permanenter Verpilzung darstellt.

Die intraradicale Rhizomorpha zeigt sich an der Oberfläche der Wurzel durch gelbbraune bzw. braunschwarze Längsstreifen[2]. Diese intraradicale Rhizomorpha ist, wie später erläutert werden wird, diejenige von *Armillaria mellea.*

---

(1) Wie hier strikt definiert, ist unter „Verpilzung" das Eindringen des Pilzes in die Aussenrinde (PWS) und unter „Besiedlung" das Eindringen in die echte Rinde (PVS) zu verstehen.

(2) An Schnitten kann man ihre Existenz kaum als kleine Löchlein usw. mit blossem Auge erkennen (s. z.B. Taf. II 7).

Die Rhizomorpha von *Arm. mellea* kommt auch auf *Gastrodia elata* vor (KUSANO)(1), hier wird sie aber früher oder später in einzelne Hyphen zerlegt und bleibt nicht einmal als ausdauernde Rhizomorpha im Wirtsgewebe (Rhizom). Bei *Didymoplexis-Marasmius*-Rhizomorpha (BURGEFF 1932) ist die Beziehung zwischen der Rhizomorpha und dem Wirtsgewebe auch fast dieselbe. Bei *Galeola hydra* ist der Symbiont ein nicht Rhizomorphen bildender Pilz *Fomes* sp. (BURGEFF 1936, S. 312).

(iii) *Eine anomale ,,Verpilzung''*. Gelegentlich habe ich einen Sonderfall der Infektion beobachtet. Die in die Aussenrinde eingedrungenen, nicht Rhizomorpha bildenden Pilzhyphen ,,besiedelten'', fast unbekümmert um die Exodermis (vgl. oben (ii)), die echte Rinde in Massen, ohne dort die Knäule zu bilden (also ohne Verdauung). Es bleibt aber ganz dahingestellt, ob dieser Pilz wirklich der echte Symbiont (*A. mellea*) war oder nicht, weil ich diese Erscheinung nur einmal beobachten konnte.

(c) Die Herkunft der Rhizomorpha bei der permanenten Verpilzung.

Es gibt zwei Fälle, nämlich:

(i) *Rh. subcorticalis*. Wenn die Wurzel mit dem Substrat wie Baumwurzeln usw. in Berührung kommt, kriecht sie an dessen Oberfläche

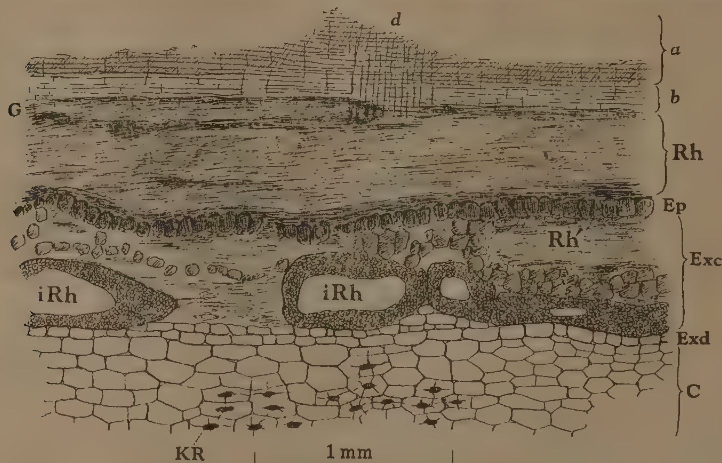


Fig. 8. **Verbindung der *Galeola*-Wurzel (Ep-C) mit verrottetem Laubholz (a-b) mittelst *Rhizomorpha subcorticalis* (Rh).** a stark, b schwach verrotteter Teil des Holzes; d Strahlen des Holzes, G ein Gefäss desselben. Ep Epidermis, Exc Aussenrinde, Exd Exodermis, C echte Rinde der *Galeola*-Wurzel, KR Klumpenreste, iRh intraradicale Rhizomorpha, Rh' sekundär aus Rh abgesandte Rhizomorpha; die Aussenrinde ist durch Rh' usw. stark zerstört (1. Aug. 1933; *Galeola*-Wurzel an der Basis der verpilzten Langwurzel fast längs geschnitten; etwas schematisch).

(1) Ich habe dies auch mittels Reinkultur bewiesen (vgl. S. 170 ff.).

entlang und treibt zahlreiche Seitenwurzeln, öfters dringt sie auch in das Substrat ein, wo sie Gelegenheit hat, durch *Rh. subcorticalis* infiziert zu werden, welche vorher das Substrat durchwandelt hat (Taf. I 2–4 und Fig. 8).

(ii) Bei der dicken, im Boden kriechenden *Rhizomorpha subterranea* kommt die Verpilzung öfters im Basalteile der Wurzel vor (Taf. I 1). Die Figur zeigt eine fast mit der Wurzel gleich dicke, unterirdische Rhizomorpha, die sich in der Nähe der Wurzeln (d. h. der Mutter- und Seitenwurzeln) gabelt, um sich dann weiter in viele Rhizomorpha-Ästchen zu verzweigen und in die beiden Wurzeln einzudringen. Durch das Eindringen der so dicken Rhizomarpha-Ästchen wird die Wurzel irregulär eckig (Querschnitt s. Fig. 9).

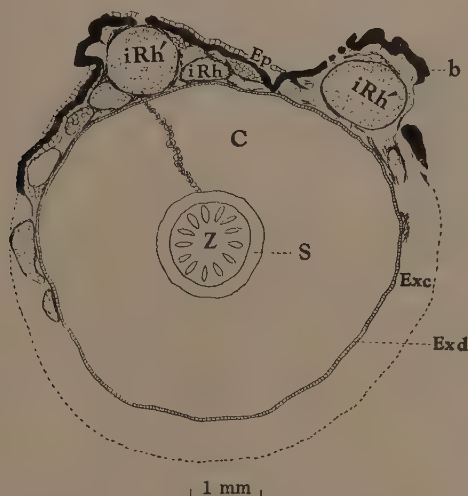


Fig. 9. **Zwei besonders dicke intraradicale Rhizomorphen (iRh', die die Aussenrinde anschwellen liessen.** iRh normale intraradicale Rhizomorpha, Ep Epidermis, b die durch Pilz stark braunschwarz gefärbten Zellen, Exc Aussenrinde (zerstört), Exd Exodermis, C echte Rinde mit Klumpenresten, S Sklerenchymscheide, Z Zentralzylinder (9. Nov. 1936; an der Langwurzel-Basis, Querschnitt, schematisch).

Dass die oben genannten zwei Formen von Rhizomorpha, *Rh. subcorticalis* und *subterranea*, die gleichen wie diejenige von *Armillaria mellea* sind, ist auch morphologisch bewiesen (Taf. I 1 u. 3). Anderseits ist es auch auf Grund des ganz gleichen Vehaltens der *Galeola*-Wurzel gegen diese zwei Formen von Rhizomorpha (Verdauung usw.) unbestreitbar, dass dieselben zu einundderselben Art von Pilz gehören.

(d) Das Ausgehen von intraradicaler Rhizomorpha tritt öfters bei älteren Wurzeln auf (Taf. II 2). In solchem Fall dient sie als Sucher nach besseren oder neuen Substraten; falls das Substrat jedoch arm an Nahrung ist, zeigt sie nach dem Auftreten keine weitere Streckung.

Es scheint also, dass die Ernährungssubstanz für das Wachstum der intraradicalen Rhizomorpha nicht oder spärlich in der Wurzel vorhanden ist bzw. hauptsächlich von aussen eingeführt wird. Die Zahl der ausgehenden Rhizomorpha ist jedoch sehr gering im Vergleich mit der der „ausstrahlenden" Hyphen bei den grünen Orchideen, bei denen die Ausstrahlung auch durch die Wurzelhaare stattzufinden pflegt (vgl. BURGEFF 1936, S. 18). Diese Tatsache beweist allerdings, dass bei den grünen Orchideen die anfängliche Konnektion nicht reich genug ist; bei *G. septentrionalis* dagegen, ist sie fast ausreichend mit alleiniger Verbindung mit der Infektionsrhizomorpha, um die Nährsubstanz in das Innere der Wurzel einzuführen, weil sie selbst sehr massenhaft und kräftig ist.

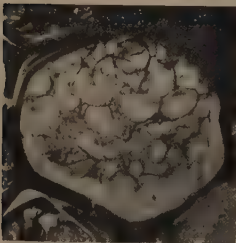


Fig. 10. Die sporenartigen, pseudoparenchymatischen Hyphen in der Aussenrinde (Querschnitt, Safranin-DELAFIELDS Haematoxylin-Färbung, 240:1).

(e) Das Schicksal der Aussenrinde. Aus der sich allmählich vermehrten intraradicalen Rhizomorpha (Taf. II 7, 8) werden die Hyphen in die übrigen Zellen der Aussenrinde gesandt, welche sich in der Wirtszelle häufig als sporenartige Anschwellungen kenntlich machen (Fig. 10) und Kalkoxalatkriställchen (Tetragonal-Trihydrat, Taf. II 4) ausscheiden(1).

Die auf diese Weise durch die intraradicale Rhizomorpha usw. infizierte Aussenrinde wird allmählich verzehrt und geht endlich verloren (vgl. S. 159) und oft bleiben nur die entblössten Rhizomorphen auf der echten Rinde dicht zurück.

(f) Übersicht über die Verpilzung.

(i) Temporäre Verpilzung (durch die Hyphen).

1°. Die Hyphe bleibt nur in der Aussenrinde ohne Pilzverdauung.

2°. Die Hyphe besiedelt die echte Rinde; schwache Pilzverdauung.

(ii) Permanente Verpilzung (Eindringen der Rhizomorpha ins Wurzelgewebe und typische Pilzverdauung, vgl. unten).

1°. Infizierung durch *Rh. subcorticalis.*

2°. ,, ,, *Rh. subterranea.*

---

(1) Die sporenartigen Anschwellungen der Hyphen sind homolog mit dem „Markgewebe" von Rhizomorpha oder mit der „Braunhaut", welche der Pilz bei der Reinkultur häufig bildet, worauf ich bei anderer Gelegenheit eingehen werde.

(6) Pilzverdauungsprozess (Tolypophagie)

(a) Bildung der eingelagerten Knäule. Bei *Galeola septentrionalis* vollzieht sich ein sehr regelmässiger Verdauungsprozess im Vergleich mit demjenigen der grünen Orchideen: Zuerst besiedeln die Hyphen, aus der intraradicalen Rhizomorpha kommend, durch die Exodermiszellen hindurch die echte Rinde bis zu der Sklerenchymscheide bei der Langwurzel bzw. bis zur Endodermisschicht bei der Kurzwurzel, wo die Knäule gebildet werden (Taf. II 3). Dann folgt die Einlagerung der Nährsubstanz in die Knäule. Diese sog. ,,Eiweisshyphen"-Bildung fängt stets von der innersten, an der Sklerenchymscheide dicht anliegenden Knäuelschicht an und geht im Laufe des Verdauungsprozesses allmählich nach auswärts und schliesslich bis zu der äussersten, unter der Exodermis liegenden Knäuelschicht über[1]. Dieser Einlagerungsprozess findet gewöhnlich so regelmässig statt, dass diese Knäuelschicht, die im allgemeinen aus einer oder einigen Zellschichten besteht, einen konzentrischen Ring oder eine exzentrische, bzw. spiralförmige Linie um den Zentralzylinder herum ausmacht (s. Taf. II 7).

Die eingelagerte Substanz der Knäule besteht nicht allein aus Eiweiss, sondern enthält noch viele andere Substanzen wie Aminosäuren, Zucker usw. (S. 183). Ich möchte sie darum als **eingelagertes Knäuel** bezeichnen. Sie sind in der Form fast dieselben wie die der primären Knäule, jedoch unter dem Mikroskop sehr undurchsichtig.

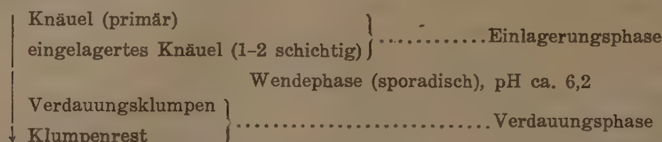
(b) Der Pilzverdauungsprozess findet in normaler ,,tolypophager" Weise statt, bei welcher man Verdauungsklumpen und Klumpenrest unterscheiden kann; jener ist eben der in der Verdauung begriffene, und dieser der die Verdauung vollendete, mittels der Aufhängehyphe im Zentrum der Wirtszelle angehängte Klumpen. In gewissen Fällen, wie z. B. beim Klumpen in der Wurzelbasis, ist die Aufhängehyphe beträchtlich dick, obgleich ihre Bildungsweise noch nicht sicher verfolgt werden konnte (Taf. II 5).

(c) Die Wendephase im Pilzverdauungsprozess. Zwischen dem eingelagerten Knäuel und dem Verdauungsklumpen liegt eine Phase, die ,,Wendephase", welche ich nicht aus morphologischen, sondern aus physiologischen Gründen so benannt habe (pH-Phase, S. 180): Zwischen den Phasen, in welchen das eingelagerte Knäuel eine kompakte Masse (Klumpen) zeigt und wieder durchsichtiger wird, durchläuft die Masse ein pH-Maximum, ca. 6,2. Die Form der Pilzmasse bei dieser Phase ist nicht von der des Verdauungsklumpens verschieden[2] und liegt im allgemeinen hie und da in der inneren Seite der eingelagerten Knäuel-

(1) Also findet die Einlagerung stets in der jeweiligen innersten Knäuelschicht statt.

(2) nur etwas grösser.

schicht. Es scheint mir, dass der wirkliche Verdauungsprozess sich über diese Phasen der Klumpen erstreckt (vgl. S. 186). Der Verdauungsprozess verläuft also :-



Diese Phasen folgen einander sehr regelmässig in der Rindenschicht (Taf. II 7).

Bei den grünen Orchideen ist solch eine regelmässige Phasen-Reihenfolge nicht vorhanden, gewöhnlich mischen sich die Phasen miteinander (vgl. BURGEFF 1936). Es ist also bei diesen Orchideen schwer, die Verdauungsreihenfolge ordentlich zu verfolgen.

(d) Das Vorhandensein der Wendephase ist auch bei *Orchis rupestris*, *Cymbidium virescens* und *Spiranthes sinensis* bestätigt worden (alle mit einem pH-Wert von ca. 6,2); bei *Habenaria radiata* und *Calanthe discolor* war sie dagegen, wenigstens bei gegen Ende September angestellten Beobachtungen, nicht zu finden. Unter den letzt genannten Arten hat aber *Calanthe discolor* beim **Zellsaft**[1] von Exodermiszellen, besonders bei dem der verpilzten Wurzeln sehr hohe pH-Werte gezeigt (über 6,4 BTB blau, BCP blau).

(e) Die 2., 3., usf. Pilzbesiedlung. Wie oben ausgeführt, fängt die Verdauung des Pilzes bei den innersten Rindenzellen an, und endet in den äussersten Rindenzellen, dann findet die 2. Pilzbesiedlung, wie allgemein festgestellt wurde (vgl. BURGEFF 1932, 1936), um den alten Klumpenrest herum statt (Taf. II 8, 9). Diese 2. Besiedlung findet aber öfters bereits um den Verdauungsklumpen oder noch früher um die Wendephase statt, was ich wohl als Frühbesiedlung bezeichnen darf.

Die Frühbesiedlung zeigt an, dass die Verdauung und die Besiedlung nicht allein vom Wirte, sondern auch vom Pilze bzw. von den äusseren Bedingungen (Temperatur usw., vgl. S. 202 ff.) abhängig sein muss. Die Verdauung wird hauptsächlich durch den Wirt, die Besiedlung aber durch den Pilz bedingt, natürlich jeweils im Zusammenhang mit den obwaltenden äusseren Bedingungen.

Auf diese Weise finden die Besiedlungen in denselben Zellen wiederholt statt, besonders in denjenigen der Kurzwurzeln kann man den Vorgang mindestens drei Mal antreffen (vgl. S. 180).

(1) BURGEFF (1932 S. 165) fand, dass der pH-Wert in den Verdauungs-**Zellen** höher ist (über 7) als in den übrigen Zellen.

(f) Die jahreszeitliche Periodizität der Pilzbesiedlung und der Pilzverdauung. Im allgemeinen übersiedelt die Hyphe aus der intraradicalen Rhizomorpha in die Rindenzellen im Sommer oder Herbst, und die einmal gebildeten Knäule (einschl. der eingelagerten Knäule) überwintern(1); der Verdauungsprozess beginnt im nächsten Frühling, wo die Tätigkeit des Wirtes lebhaft zu werden beginnt, und wird im September vollendet. Es braucht also ungefähr ein Jahr, um einen Verdauungsprozess abzuschliessen.

Die Wendephase fehlt im August/September fast völlig; der Verdauungsklumpen ist am spärlichsten im September; daraus folgt, dass der Verdauungsprozess in diesen Monaten, besonders im September, eine Zeitlang unterbrochen wird.

(g) Die Verdauungsperiodizität ist bei anderen Orchideen nicht immer wie die obige. Bei *Habenaria radiata* z.B. sind die Wurzeln annuell; die Verpilzung und somit die Besiedlung(2) geschieht gegen Ende Mai, wo die einen Monat vorher ausgetriebenen Wurzeln 2-3 cm Länge erreichen (Kyoto). Der Verdauungsprozess wird am Jahresende, begleitet von dem Verfall der Wurzeln, vollendet.

Bei der holomykotrophen *Gastrodia nipponica* (Ptyophagie) in der Provinz Wakayama findet das Aufblühen im Mai statt; die aufgeblühte Knolle stirbt ab; Wurzeltreibung bei Nichtaufblühen im Juni/Juli, Besiedlung August, Wurzelabsterben im November, wo der neue Spross schon mit Blütenknospe unter dem Humus gebildet ist. In wärmeren Provinzen wie Koti blüht diese Knospe ohne Winterruhe schon im Oktober/November(3).

Bei *Spiranthes sinensis* gibt es zwei Typen von Wurzeln. Der erste Typus (etwas schmäler) sprosst im September und wird im Oktober/November besiedelt; der Verdauungsprozess ist im nächsten Sommer (August) vollendet. Der zweite sprosst im April, und die erste Besiedlung findet im Juni statt, ihre Verdauung vollzieht sich bis September/Oktober des gleichen Jahres; die zweite Besiedlung usf. verläuft wie die erste. Die beiden Typen von Wurzeln verderben nach dem Aufblühen im August, wobei die jüngeren, zweiten Wurzeln bereits ausgetrieben sind.

(h) Der Besiedlungsbereich der intraradicalen Rhizomorpha.

Wengleich die Rindengewebe fast überall von den Pilzyhyphen besiedelt werden (Taf. II 7), gibt es doch Areale, die fleckenweise nicht infiziert werden. Dies ist besonders gegen die Spitze und die Basis der Langwurzel hin der Fall. Denn nach der Spitze hin sind die intraradi-

---

(1) In einigen der innersten Knäuelschichten beginnt aber oft ein unvollkommener Verdauungsprozess (Verdauungsklumpen I, S. 186 Anm.) schon innerhalb des ersten Jahres, welcher nach dem zeitweiligen Stillstand im Winter im Frühling wieder einsetzt.

(2) Bei den meisten Orchideen usw. vollziehen sich Verpilzung und Besiedlung (S. 161 Anm.) in solchem Masse fortlaufend, dass man diese Stadien nicht mehr voneinander unterscheiden kann. Die typische „Verpilzung" lässt sich also räumlich und zeitlich nur bei einigen Holosaprotrophen klar erkennen (z.B. *Galeola hydra*, BURGEFF 1932, 1936).

(3) Der Habitus und die Verpilzungs- (durch lockere Rhizomorpha) und Verdauungsweise von *Gastrodia nipponica* ähneln denen der javanischen Art *Gast. callosa* sehr stark (vgl. BURGEFF 1932, Fig. 133/4) und auch das Aussehen ihres „Wurzelknöllchens" stimmt mit demjenigen von *Gast. abscondida* (BURGEFF, l.c. Fig. 130/1) fast überein.

calen Rhizomorphen noch nicht reich genug, und nach der Basis zu wird die Besiedlung immer spärlicher, wenngleich es noch nicht klar ist, ob dies durch Widerstandszunahme (Immunität?) der Wurzelbasis verursacht wird oder nicht.

Was nun den Besiedlungsbereich einzelner Rhizomorphen anbelangt, so ist seine Front nur am Anfangsstadium erkennbar (Taf. II 3), später werden durch Berührung der benachbarten Fronten miteinander die Besiedlungsareale ganz gleichmässig.

Die Besiedlung kann sich einerseits auf Kosten der Nahrung aus den Rindenzellen erweitern, anderseits aber durch Stoffzufuhr aus der Rhizomorpha unterstützt werden. Es ist aber kaum unterscheidbar, in welchem Masse diese beiden an der Besiedlung teilnehmen (vgl. S. 164). Also ist es auch nicht unmöglich, dass eine schon besiedelte Zelle durch andere Myzelien benachbarter Rhizomorpha doppelt infiziert wird, oder dass eine Zelle diesmal von einer Rhizomorpha, das nächste Mal von der anderen besiedelt wird. Die ,,Frühbesiedlung'' oder ähnliche konzentrische Anordnung verschiedener Verdauungsphasen (s. S. 180) scheinen zum Teil auf solchen Umständen zu beruhen.

(7) Die Reaktionen der Wirtszellen gegen Verpilzung (Aussenrinde) bzw. Besiedlung (echte Rinde)

(a) Die Reaktionen der Aussenrinde (PWS) und der Epidermiszellen gegen die Infektion sind hauptsächlich nur auf die Reaktionen der Zellmembrane beschränkt.

(i) *Die Verholzung der Epidermis- und der Aussenrindenzellen.* Die Membrane von Epidermis- und Subepidermiszellen sind verkorkt (S. 160). Bei der Verpilzung verholzen diese wie auch diejenigen der Aussenrinde, besonders aber die der letzteren, welche sich in Bezug auf die Verholzungsreaktion in zwei weitere Schichten einteilen lassen (Taf. II 3):-

a-Schicht···die unter der Subepidermis liegenden 1–2 Zellschichten.
b-Schicht···die zwischen der a-Schicht und der Exodermis liegenden 2–3 Zellschichten.

Die b-Schicht lässt sich oft als mehr oder minder pallisadenartige Zellen unterscheiden (Taf. II 3; I 6)[1]. Am stärksten verholzen die a-Schicht und die Exodermismembrane[2].

Die intraradicale Rhizomorpha wandert aus der Infektionsstelle entlang der Exodermis durch die weniger verholzungsfähige, darum also die weniger widerstandsfähige, b-Schicht auf und ab.

(1) Bei *Galeola hydra* soll dieser Unterschied stets klar erkennbar sein (BURGEFF 1932).

(2) Diese Erscheinung wurde bei der temporären Verpilzung als sicher nachgewiesen.

Die bereits erwähnten sporenartigen Anschwellungen und Kalkoxalatkristalle werden hauptsächlich in der a-Schicht gebildet. Die Zellen der a-Schicht sowie die der sich streckenden Rhizomorpha vorgelagerten Zellen der b-Schicht sind oft braunschwarz gefärbt. Die Ursache und Bedeutung dieser Erscheinung will ich bei anderer Gelegenheit erläutern.

(ii) *Die Entstehung der Röhrentüpfel*, welche schon oft beobachtet worden ist (Fig. 11; vgl. KUSANO, BURGEFF 1932, 1936), findet auch bei *G. septentrionalis* in den Aussenrinden- bzw. Epidermiszellen statt.

Bei der „anomalen" Verpilzung findet dieselbe aber sogar in den echten Rinden statt. Es bleibt jedoch noch dahingestellt, ob es sich wirklich um einen „Symbiont" handelt oder nicht; allerdings ist es gewiss, dass die echten Rindenzellen ebenfalls die Fähigkeit besitzen, diese Röhrentüpfel zu bilden!

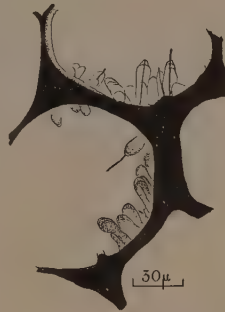


Fig. 11. Röhrentüpfel mit oder ohne Hyphe. (22. Jan. 1934; Querschnitt von der Aussenrinde einer jungen, temporär verpilzten Wurzel).

(iii) Die Verholzungsreaktion findet auch an den *Exodermiszellen* statt, und zwar nicht nur an ihrer Aussenwand, sondern auch oft an der Seiten- bzw. Innenwand; bei der „anomalen" Verpilzung sogar an den echten Rindenzellen. Die Exodermis, welche anfangs nur als etwas kleinere Zellschicht unterscheidbar ist (Taf. I 6), wird dadurch viel merkwürdiger.

(b) Die Reaktion der echten Rindenzellen (PVS) gegen die Infektion ist gewöhnlich nicht auf die Membrane, sondern nur auf die Form des Zellkerns beschränkt, wie schon oft erwähnt worden ist (vgl. BURGEFF 1936; KUSANO).

Die Deformation des Zellkerns beim Verdauungsprozess wird bald dem mechanischen Anstoss der eingedrungenen Hyphe zugeschrieben, bald im Zusammenhang mit dem Verdauungsprozess erklärt (vgl. BURGEFF 1936).

Der Zellkern verlängert sich bei der Wendephase oft gürtelförmig. Die Ursache und Bedeutung dieser Deformation bedürften noch näherer Studien; sicherlich kann man aber behaupten, dass sie nicht allein auf mechaniche Wirkung der Hyphen zurückzuführen ist, weil diese auch bei der Ptyophagie entsteht, bei welcher die Hyphenanzahl nicht reich genug ist, den Kern zu deformieren (vgl. KUSANO), während sie bei den Pilzwirtszellen, trotz der oft genügenden Anzahl der infizierten Hyphen, nicht oder doch nur schwer entsteht(1). Bei der „anomalen" Besiedlung entsteht diese Deformation natürlich nicht.

---

(1) Bei epiphytischen Orchideen sind die Gewebe zwischen PWS und PVS als Exodermis nicht so deutlich differenziert wie bei *G. septentrionalis* und es ist wohl begreiflich, dass bei jenen auch der Kern der „PWS" wie der der PVS oft deformiert (vgl. BURGEFF 1936).

Durch welche Bedingungen die Verholzung bzw. die Röhrentüpfelbildung in den echten Rindenzellen verhindert wird und statt dessen Kerndeformation eintritt, soll experimentell erklärt werden, um somit vielleicht einen Schlüssel für die Verdauungserscheinungen zu geben.

(8). *Ein Sonderfall der Mykorrhiza-Kombination.* Diese seltsame Form der Mykorrhiza, sie sei Doppelmykorrhiza genannt, habe ich unerwartet in einer Langwurzel von *G. septentrionalis* beobachten können: Wurzelchen von einer unbekannten Pflanze drangen in die Aussenrinde, zuweilen auch in die echte Rinde ein und bildeten die Mykorrhiza mit demselben Pilz, der die *Galeola*-Wurzel infiziert (Fig. 12).

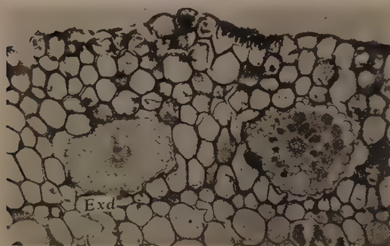


Fig. 12. Zwei in die Aussenrinde eingedrungene fremde Wurzeln, eine von diesen mit Mykorrhizenpilzen; Exd Exodermis (16. Juni 1935; mittlerer Teil der verpilzten Langwurzel, Querschnitt, Safranin-DELAFIELDS Haematoxylin-Färbung, 45,6:1).

In der Abbildung sieht man die Knäule oder die eingelagerten knäuelartigen Hyphengebilde im fremden Wurzelchen, welches vielleicht durch die beschädigte Stelle der *Galeola*-Wurzel eingedrungen war. Sie geht durch dieselbe Schicht der Wurzel wie die Rhizomorpha, die Schicht, die am geringsten widerstandsfähig zu sein scheint (vgl. S. 168). Es wäre ein Wunder, wenn dieses Wurzelchen, wie der Pilz, auch die Rindenschicht zersetzend fortzurücken vermöchte.

III. Pilzsymbiont = *Armillaria mellea*

(1) Gewinnung von Reinkultur (Isolierung)

Neu verpilzter Teil (gelbbraun, S. 161) 2-3 cm; 0,1% Sublimatlösung ca. 1 Min.; ausspülen 3 Mal; Querschnitt von ca. 3 mm Dicke; Nährböden: Sojasauce- (Syoyu-) oder Kartoffel-Agar (Tab. IV).

TABLLE IV. Nährböden.

a) Sojasauce (Syoyu)-Agar.

H_2O ... Zwiebeldekokt (200 gr + 300 cc H_2O, 1 Stde. gekocht) ...	} 950	cc
Sojasauce (Koikuti-Kikkoman od. Yamasa Zyo) ...	50	,,
Agaragar ...	35	gr
Glukose (MERCK) ...	25	,,

pH: nicht kontrolliert (sauer)

b) Kartoffel-Agar.

Kartoffeldekokt (200 gr + 1000 cc H_2O, 1 Stde. gekocht) ..	1000	cc
Agaragar ...	17	gr
Gluko e od. Rohrzucker (MERCK) ...	20	,,

pH: 5,0—5,4

c) Stärke-Pepton-BII′

H_2O	10000	cc
$Ca(NO_3)_2$	1,00	gr
KH_2PO_4	0,25	,,
K_2HPO_4	,,	,,
$MgSO_4(7H_2O)$	,,	,,
$(NH_4)_2SO_4$	,,	,,
$FeSO_4$	0,05	,,
Agaragar	17	,,
Kartoffelstärke	15	,,
Pepton (Bacto-)	,,	,,
	pH : 5,2	

Auf diese Weise kann man sehr leicht die Reinkultur des Pilzsymbiontes gewinnen. Aus dem Schnitt der intraradicalen Rhizomorpha (s. Taf. II 7) wachsen starke Rhizomorphen in die Nährböden hinein (20-25°C, ca. 2 Wochen; Taf. I 9).

Die leichte Gewinnung von Reinkultur ist, überhaupt bei der Isolierung von Mykorrhizenpilzen, durchaus ein Sonderfall (vgl. Melin 1936); BURGEFF's Stärke-Agar kann man des schlechten Wachstums wegen nicht empfehlen.

(2) Die gewonnenen Stämme (Tab. V)

TABELLE V. Pilzstämme.

	Stamm (Wirt):	Kultur-Nr.:	gesammelt in:	kultiviert durch:
1.	Symbiont von *Galeola septentrionalis*	1	Kuramayama, Prov. Kyoto,	HAMADA, 1933 (1. Aug.)
2.	,,	11	Itinoë, Prov. Iwate[1],	,, , 1935 (17. Aug.)
3.	,,	101	Kibuneyama, Prov. Kyoto,	,, , 1937 (24. Jan.)
*4.	*Armillaria mellea* (*Quercus*)	15	Daimonziyama, Prov. Kyoto,	,, , 1935 (25. Sept.)
*5.	,, (*Cryptomeria*)	90	Sugitoge, Prov. Kyoto,	,, , 1936 (18. Okt.)
*6.	,, (,,)	92	Kibune, Prov. Kyoto,	,, , ,, (23. ,,)
**7.	,, (*Pinus*)	105	Tutuizawa, Prov. Nagano[2],	KITAJIMA, 1926 ?
8.	*Armillaria mellea*? (aus leuchtendem Laubholz)	94	Keisyonando, Tyosen[3],	HAMADA, 1936 (11. Okt.)
9.	Symbiont von *Gastrodia elata*	115	Yosiminedera, Prov. Kyoto[4],	,, , 1937 (24. Nov.)

* isoliert aus Sporen, ** aus Rhizomorpha.

(1) Prov. Iwate (40° n. Br.) bildet beinahe die Nordgrenze von *G. septentrionalis*.

(2)-(4) Für diese 3 letzteren möchte ich den Herren Dr. KITAJIMA, RI und Dr. YOSII meinen besten Dank aussprechen.

Aus der Reinkultur von Stamm Nr. 94 auf Kartoffel-Agar (Tab. IV) wurde ein sehr reduzierter Fruchtkörper im Juni 1938 gebildet.

(3) Kulturelle Eigenschaften des Pilzsymbiontes

Alle in der Tab. V genannten Stämme zeigen:

(i) Rhizomorphabildung in den Nährböden (am stärksten in Sojasauce-Agar; Taf. I 9).
(ii) Leuchten der Lufthyphe bzw. der Rhizomorphaoberfläche, die in die Luft aufsteigt (Taf. I 8).
(iii) Schnallenlosigkeit der Hyphe (Fig. 13).

Alle diese Eigenschaften stimmen mit denen der *Armillaria mellea* völlig überein (vgl. KNIEP, REITSMA, KITAJIMA, BOTHE, CAMPBELL u. BAVENDAMM 1936). So habe ich den Pilzsymbiont von *Galeola septentrionalis* als *Armillaria mellea* bezeichnet, obgleich der Fruchtkörper noch nicht aus der Reinkultur erzeugt werden konnte und obwohl auch einige lineale Unterschiede, je nach dem Stamm vom Symbiont wie auch von *Arm. mellea* selbst, gefunden wurden (siehe Taf. I 9 und spätere Mitteilungen).

Die obengenannten drei Eigenschaften [(i)–(iii)] sind nichts anders als die „notwendigen Bedingungen" der betreffenden Kultur für *Armillaria mellea*, dürften aber wohl als „hinreichend" angesehen werden, wenn diese stets gleichzeitig in Erscheinung treten (vgl. BAVENDAMM 1936).

(iv) Bildung des Kalkoxalatkristalls in den Nährböden.

Alle obengenannten Stämme scheiden diesen Kristall in den gewissen Nährböden, wie z.B. Stärke-Pepton-BII′ aus (Tab. IV; Fig. 13). In diesem Boden ist das Pilzwachstum schlecht und werden nur die Lufthyphe und einige Bodenmyzelien gebildet; in den Sojasauce- oder Kartoffel-Agar Böden ist dagegen das Wachstum gut (Rhizomorphabildung usw.), fast ohne Kristallbildung!

Dieser tetragonale Kristall (Trihydrat) wird auch in der Aussenrinde des Wirtes gebildet (S. 164).

Fig. 13 a–e beweisen, dass sogar die aus einunddemselben Stamm ausgeschiedenen Kristalle (b und c) unter Umständen ihrem Aussehen nach verschieden sein können; FREY-WYSSLING hielt diese Differenz bei der Gattung *Allium* für Artmerkmale (FREY-WYSSLING, S 262, 149, 152. Abb. 101). Natürlich sind in dem letzteren Falle die gebildeten Kristalle intrazellular, während die unseren extrazellular sind.

(4) *Armillaria mellea*

Dieser ausgeprägte Holzverzehrer, der sowohl Laub- als auch Nadelholz angreifen kann, ist seit langem zum Untersuchungsobjekt geworden, und die folgenden Tatsachen sind bereits bekannt:

1) Die Existenz von verschiedenen Enzymen (für Zellulose, Stärke usw. vgl. REITSMA).

2) pH-Optimum von Nährboden ist ca. 5,0 (vgl. REITSMA, BAVENDAMM).
3) Temperatur-Optimum für Wachstum ca. 25°C, für Sporenkeimung 30°C (vgl. PFEFFER II, REITSMA, BAVENDAMM).
4) Temperatur-Optimum für Leuchten 25-30°C, Temperatur-Minimum dafür 1-3°C (vgl. PFEFFER II, REITSMA, BAVENDAMM).

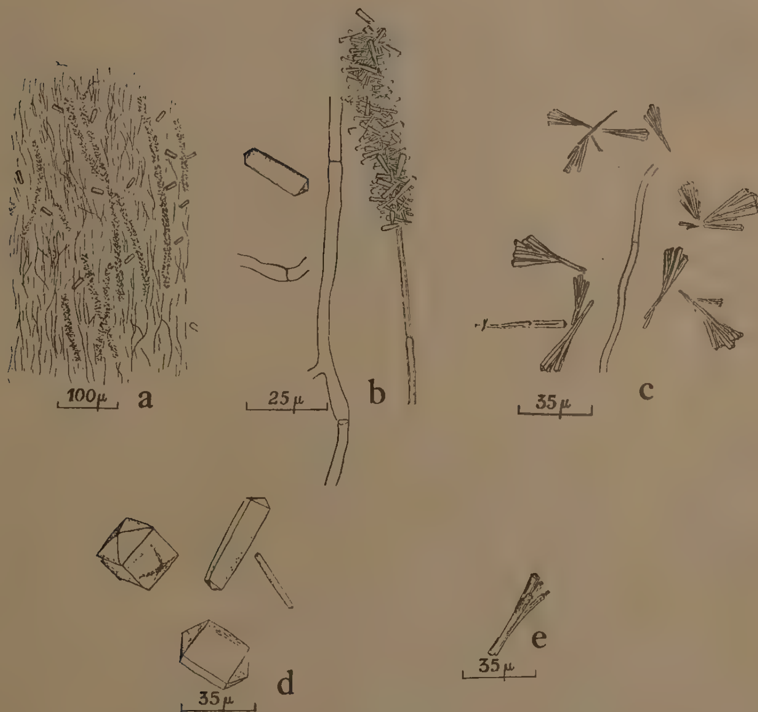


Fig. 13. **Die durch den Pilz ausgeschiedenen Kalkoxalat-Kristalle** (Reinkultur auf Stärke-Pepton-BII′-Boden, vgl. Tab. IV). a-c *Galeola*symbiont aus Stamm-Kuramayama, d, e *Armillaria mellea* (d Stamm-92, e -15, vgl. Tab. V); a, b Kultur 1933, c-e 1937; die büscheligen Krystalle von a und b sind die von der Oberfläche der Lufthyphe ausgeschiedenen; grosse einzelne (a-e) sind die vom Nährboden ausgeschiedenen; bei den ,, Boden "-Kristallen sind sich b (*Galeola*) und d (*Armillaria*) ähnlich, auch wieder c (*Gal.*) und e (*Arm.*).

Es müsste aber noch berücksichtigt werden, dass die obigen Eigenschaften je nach den Stammlinien, Nährbodenarten usw. mehr oder minder Abweichungen aufweisen dürften, wie REITSMA u.a. bereits erwähnt haben (vgl. auch MOLISCH 1904, THOMAS, KNIEP, ENGLER-PRANTL, CAMPBELL).

IV. Physiologisches (Verdauungssubstanzen und ihre Translokation; Wechselbeziehung zwischen Verdauung und pH bzw. Hydratur)

Für den folgenden Abschnitt möchte ich die hier gegebene Übersicht verwenden:—

i) Allgemeine Methode (A).
ii) Allgemeine Stoff- und pH-Verteilung im Wirt und im Pilz(1) (B–E),
iii) Jahreszeitliche Stoff-, pH- und Hydratur-Schwankungen in beiden Symbionten(1) (F–H).

A. Allgemeine Methode

(1) **Gliederung des Pflanzenkörpers** (Fig. 14 und Tab. VI). Der Pflanzenkörper, besonders der unterirdische Teil, ist mächtig entwickelt und seine Organe und Gewebe weisen auffallende funktionelle Differenzierungen, z.B. in Bezug auf Pilzverdauung, Speicherung der Nährstoffe

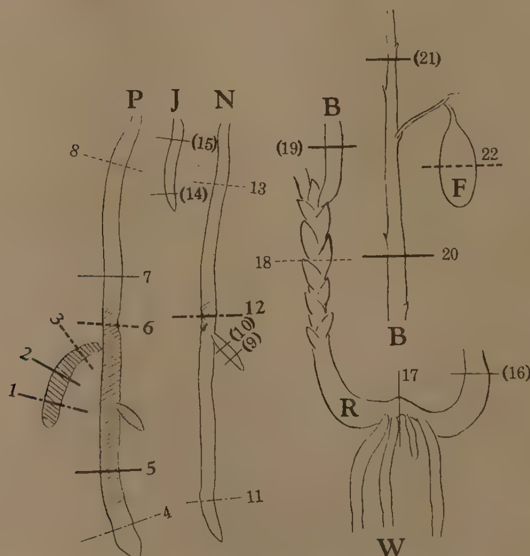


Fig. 14. **Schematische Darstellung von der Gliederung des Pflanzenkörpers (mit Nummern gekennzeichnet).** F Frucht, B Blütenschaft, R Rhizom, W Wurzel; J sehr junge Wurzel, N junge temporär verpilzte Wurzel, P alte verpilzte Wurzel; verpilzte Stelle schraffiert (Nummern vgl. Tab. VI).

(1) Die beiden Symbionten, Wirt und Pilz, wurden möglichst getrennt gemessen.

usw., auf. Nach einer Vorprüfung gliederte ich daher die ganze Pflanze in 22 Teile, welche mit den Nr. 1–22 bezeichnet wurden.

TABELLE VI. Nummer der Pflanzenteile (vgl. Fig. 14).

Organ		Teil	Bemerkungen	Nr.
Verpilzte Wurzel	Kurzwurzel	Spitze	un- oder verpilzt (reich an Knäulen)	1
		Mitte	verpilzt (reich an Verdauungsklumpen usw*)	2
		Basis	,, (,, ,, Klumpenresten)	3
	Langwurzel	Spitze	unverpilzt	4
		,,	verpilzt (wie 1 od. 2)	5
		Mitte	,, (wie 3)	6
		,,	un- oder verpilzt (alte Klumpenreste)	7
		Basis	,, ,, (,, ,,)	8
Unverpilzte Wurzel	Langwurzel	Spitze	unverpilzt	11
		Mitte	gelegentlich sporadische temporäre Verpilzg.	12
		Basis	unverpilzt	13
Rhizom		Wurzeltragender Teil		17
		Sprossnaher Teil		18
Blütenschaft		Mitte		20
Frucht		,,		22

Nr. 1-3, 5, 6: hauptverpilzte Teile, von denen 2 (und 5) in der Verdauung begriffen sind.

Kurzwurzel der unverpilzten Nr. 9 (Spitze), 10 (Basis); sehr junge Wurzel (unter 10 cm) Nr. 14 (Spitze), 15 (Basis); alter Teil von Rhizom Nr. 16; Blütenschaft Nr. 19 (Basis), 21 (Spitze) wurden nur nötigenfalls bemerkt.

* vgl. jahreszeitliche Periodizität der Pilzbesiedlung usw. (S. 167).

(2) **Vorbereitung der Materialien** (Tab. VII). Die ausgegrabenen Materialien wurden bis zum folgenden Tag, wo alle notwendigen Daten aufgenommen wurden, in einigen Blechzylindern aufbewahrt und, wo notwendig, durch fliessendes Wasser kühl gehalten.

TABELLE VII. Sammlungsprotokoll.

	Datum	Zustand	Boden-Temperatur °C (15 cm Tiefe)
1. Mal	24. März, 1936	Ruhezeit	0,9 (Schnee 10 cm)
2. ,,	9. Mai, ,,	Aktivitätsbeginn (?)	9,7
3. ,,	15. Juni, ,,	Blütenschaft 10 cm	15,0
4. ,,	6. Aug., ,,	nach Blüten	21,5
5. ,,	22. Sept., ,,	Früchte	18,3
6. ,,	9. Nov., ,,	Aktivitätsende (?)	11,0
7. ,,	16. Jan., 1937	Ruhezeit	1,8

(3) Über die mikrochemischen Reagentien und Methoden s. Tab. XIII (vgl. MOLISCH 1923 und TUNMANN-ROSENTHALER). Der mikrochemische Stoffgehalt wurde empirisch mit den Graden 0, 1, 2, ... 6 (zuweilen 1/2 usw.) illustriert (Fig. 16–22). Bei pH-Messungen benutzte ich die Methode von SMALL (vgl. S. 179) und bei der Hydratur-Messung diejenige von WALTER (vgl. S. 192).

B. Verteilung der Stoffe (Tab. VIII)

(1) In der Wurzel verschwindet die Stärke (Jodblau), welche sich dort nur in der echten Rinde verteilt, mit der Pilzbesiedlung, und er-

TABELLE VIII. Lokalisation der Stoffe.

Stoff	Wurzel	Rhizom	Blütenschaft	Frucht	Samen
Stärke:	echte Rinde	Rinde, Mark	(Stärkescheide) (Mark)	wenig	—
Öl (ausschl. Schleimgang):	um den Verdauungsklumpen; echte Rinde; Perizykel.	Rinde, Mark	sehr wenig	wenig	reich
Eiweiss:	echte Rinde; Phloëm; Zellmembran (vgl. S. 177)	Rinde, (Mark)	Rinde, (Mark)	allgemein	sehr wenig
Aminosäure:	nur verpilzter Teil!	fast fehlt			
Zucker (einschl. reduzierter Subst.):	eingelagertes Knäuel; Verdauungsklumpen; allgemein	allgemein			fehlt fast ganz
Gerbstoff:	fehlt				
Ammonium:	verpilzter Teil; allgemein				
Nitrat:	fehlt fast ganz				
P:	Knäuel; eingelagertes Knäuel; allgemein (organische Form ?)				
Cl:	allgemein				
Fe:	allgemein (mehr Ferri)				
K:	Knäuel; eingelagertes Knäuel; allgemein; Schleimgang				
Ca:	fehlt fast ganz (abgesehen von Rhaphiden usw. S. 164, 182)				
Mg:	nur Verdauungsteil der Wurzel!				

Nur reichlicher vorhandene Teile gegeben; ( ) wenig.

scheint nach der Vollendung der Verdauung wieder, wie dies der Fall zu sein pflegt (vgl. BURGEFF 1936).

(2) Zucker ist überall vorhanden. Seine nähere Lokalisation, Schwankungen usw. sind aber, Pilzgebilde (Fig. 16–18) ausgenommen, nicht genau festzustellen.

(3) Das Auftreten von Öltropfen in der Wurzel. Um den Verdauungsklumpen herum treten die Öltropfen in den Rindenzellen auf, und zwar macht es den Eindruck, als sei das Öl auch als ein unmittelbares Produkt der Pilzverdauung dort sezerniert worden ebenso wie die Aminosäure und der Zucker (S. 186; Fett-Degeneration des Pilzprotoplasmas?)(1).

Das Öl, sofern meine Untersuchungen betroffen sind, war in allen tolypophagen Pflanzen (Orchideen, Triuridaceen, Burmanniaceen) um den Verdauungsklumpen herum oder in den besiedelten Pilzhyphen zu beobachten. Weil es ausserdem Pflanzen gibt, welche überhaupt kaum anderes Reserveöl besitzen als dieses Verdauungsöl (z.B. *Bletilla striata*, *Spiranthes sinensis*), scheinen die Verdauung und das Öl eng miteinander in Verbindung zu stehen.

Die Öltropfen, welche den Verdauungsklumpen umlagern, sind erst klein (7 μ), sammeln sich aber allmählich zu grossen Tropfen (20 μ), um dann später mit dem Verdauungsprozess wieder zu verschwinden, und zwar wird ein Teil in der Wurzelbasis aufgespeichert, während der andere in den Schleimgang übergeht (S. 181).

(4) Das Reserveöl. In den Wurzeln, sowohl unverpilzten wie auch verpilzten, verteilt sich das Reserveöl hauptsächlich in den innersten 2-3 (oder 4-5) Zellschichten der echten Rinde. Die Öltropfen in diesen Zellschichten sind gewöhnlich so gross (80 μ), dass oft schon 1-2 Tropfen die ganze Zelle ausfüllen. Die grossen Tropfen sind auch in der Rinde vom Rhizom zu finden. Das Öl ist auch die Hauptreserve der Samen(2).

(5) Die Eiweissreaktion der Zellmembrane. Diese weniger berücksichtigte Reaktion (vgl. TUNMANN-ROSENTHALER) erzeugt verschiedene Membrane, wie z.B. die verholzten oder verkorkten Membrane von Epidermis, Subepidermis, Sklerenchymscheide, Xylem usw. (MILLON, Biuret, Jod-Jodkali, Xanthoprotein; auch oft Ninhydrin); jedoch gibt es Jahreszeiten, die diese nicht aufweisen(3). Es ist noch nicht sicher, ob diese nur Absorption der gelösten Stoffe darstellen oder nicht.

Ein solches Membraneiweiss, zumal dasjenige von Epidermis und Subepidermis könnte seine Bedeutung unter Umständen darin haben, dass es als Anlockungsmittel bei der Verpilzung dient (vgl. PFEFFER I, MELIN).

---

(1) Nach REITSMA werden die grössten Öltropfen in der Kultur-Hyphe von *Armillaria mellea* bei pH 7,3 am reichlichsten gebildet; für die Vakuolenbildung (Degeneration?) ist auch die pH-Bedingung fast dieselbe (für pH s. S. 198).

(2) Bei *Bletilla striata* dient der Schleim (und die Stärke), bei *Spiranthes sinensis* die Stärke als Hauptreserve; bei *Galeola septentrionalis* dienen sowohl Stärke und Schleim als auch Öl und Eiweiss als Reserven (vgl. S. 191). Die Orchideen lassen sich also nach Art der Reserven in gewisse Typen einteilen, Samen und Primordia ausgenommen. Bei den Primordien der Wurzeln, Sprosse usw. von den meisten Orchideen treten die Öltropfen oft transitorisch auf, z.B. *Bletilla* usw. und *Galeola septentrionalis*.

(3) z.B. Bei Epidermis-Jodreaktion:— Juni (Nr. 2, 3), November (Nr. 1), Januar (Nr. 2). Nr. vgl. Tab. VI.

(6) Aminosäure → Pepton → Eiweiss. Die positive Ninhydrinreaktion (violett; 0,3% Wasserlösung bei Zimmertemperatur) ist fast nur auf die in der Verdauung begriffenen Teile der verpilzten Wurzel (Nr. 2, 3, 5) und der Seitenwurzelprimordia beschränkt; die Eiweissreaktion ist dagegen in der Wurzelbasis oder im Rhizom (Nr. 8, 17, 18) deutlicher (MILLON-positiv; Ninhydrin-negativ)(1). Der mittlere Teil der verpilzten Wurzel (Nr. 6, 7) gibt durch Ninhydrin eine braune Farbe(1).

Nach NAGATOMO (unveröffentlicht) geben die einfache Aminosäure durch Ninhydrin violette Färbung, die etwas komplizierteren Aminosäuren, Pepton usw. braune Reaktion oder sind negativ, und die Eiweisstoffe sind auch negativ (Tab. IX). Also lässt sich das System der verpilzten Wurzel

TABELLE IX. Ninhydrin-Reaktion nach NAGATOMO (Zimmertemperatur).

(1). Ninhydrin-violett.
Glycin, Alanin, Valin, Leucin, Asparaginsäure, Glutaminsäure, Tyrosin; Tryptophan (später braun).
am schnellsten: Glycin 5 Minute.
am langsamsten: Tyrosin 2 Stunde.

(2). Ninhydrin-braun.
NH_4OH;
Pepton, Asparagin, Prolin, Cystin, Cystein.

(3). Ninhydrin-negativ.
Phenylalanin, Arginin, Lysinchlorid.

bis zum Rhizom bezüglich der stickstoffhaltigen Nährstoffe in folgender Weise darstellen (im Januar):—

Nr. der Teile	Wurzelspitze 1—3,5	Wurzelmitte 6,7	Wurzelbasis u. Rhizom 8; 17, 18
Ninhydrin:	violett	braun	negativ (MILLON-positiv)
Stoff:	Aminosäure	Pepton, usw.	Eiweiss

Dies stimmt mit der möglichen Route des N-Transportes völlig überein.

Im allgemeinen zeigen diejenigen Teile, wo Ninhydrin (Zimmertemperatur) positiv ist, auch die Eiweissreaktionen (MILLON, Biuret, usw.)(2). Das Umgekehrte gilt aber nicht immer. So habe ich den Fall, wo Ninhydrin positiv ist, als Aminosäure, und den, wo nur Eiweissreaktionen positiv sind, als Eiweiss bezeichnet.

(7) Die Wasserversorgung. In der *Galeola*-Wurzel fehlt die Nitration völlig (Tab. VIII), wenngleich der umgebende Erdboden ziemlich reich ist (Diphenylamin-Schwefelsäure). Dies deutet darauf hin, dass die *Galeola*-Wurzel wegen dem Fehlen von Wurzelhaaren nicht die Fähigkeit besitzt, das

(1) Dies wurde nur im Januar beobachtet.
(2) also eine Mischung von Aminosäure und Eiweiss?; auch MILLON reagiert auf Tyrosin.

Wasser unmittelbar durch die Wurzeloberfläche zu absorbieren. Die Diffusions-Versuche durch Methylenblau (1:4 Million) oder Methylorange (1:500) zeigten fast dieselben Resultate und zwar[1] :—

	Wurzelabsorption
Sehr junger Teil der Wurzel	positiv
Verpilzter Teil usw.	negativ
Innerhalb der „ Lentizellen " (nur Aussenrinde)	positiv

Jedenfalls scheint für *Galeola* das Nitrat nicht notwendig zu sein.

Dagegen ist das Ammonium in den Wurzeln reichlich vorhanden (Tab. VIII, S. 176 ; auch vgl. WEEVERS)[2].

C. Wasserstoffionenkonzentration

Die pH-Werte des Wirtszellsaftes und des Pilzgebildes wurden getrennt gemessen. Von den durch die „ Range Indicator Method " von SMALL (Farbstoffsalz in 10% Alkohol ; eine ganze Nacht[3] in kleine Röhrenflasche) erhaltenen pH-Werten wurden die Mittelwerte genommen (z.B. 4,8-5,2 als 5,0).

(1) *Die pH-Werte des Zellsaftes* (Tab. X) sind niedriger (vgl. SMALL, S. 116). Es ist allgemeine Tendenz, dass die pH-Werte der verpilzten Teile der Wurzel höher sind, während die der Wurzelbasis am niedrigsten auskommen (Min. 4,1).

TABELLE X. pH-Wert der Zellsäfte.

Organ	Nr.	pH	
Wurzel (echte Rinde)	1-4	4,6-5,0	verpilzter Teil
	5-6	4,5-4,8	„
	7, 8	4,1-4,8	
	9-11, 14, 15	4,3 4,8	Spitzenteil
	12, 13	4,1-4,8	
Rhizom (Rinde)	17, 18	4,3-4,8	
Blütenschaft (Rinde)	19-21	4,3-4,5	
Frucht	22	4,3-4,8	

Es ist jedoch auf die pH-Werte kein grosses Gewicht zu legen, weil die verschiedenen (z.B. Eiweiss-) Fehler mittels der Farbstoffe die pH-Messung unvermeidlich begleiten und auch wirklich eingetreten zu sein scheinen (vgl. S. 186, 198).

(1) Neuerdings hat A. ENDRIGKEIT (Bot. Arch. **39**, 1937) über diese Sache bei Nichtorchideen (*Lilium*, Baum usw.)-Mykorrhiza einen ausführlichen Versuch gemacht, welcher fast denselben Erfolg zeitigte.

(2) Betreffs der N-Form in den Pflanzenkörpern vgl. MARTHALER, MCKEE, ZIEGENSPECK 1922.

(3) Dies scheint aber etwas zu länger zu sein.

(2) *Der Verdauungsprozess vom Standpunkt des pH... Wendephase.*

Die „pH"-Veränderung in den Pilzgebilden ist sehr lebhaft. Das Maximum beträgt 6,2 (Wendephase) und das Minimum 4,0 (Klumpenrest) (vgl. Tab. XI, XIII).

TABELLE XI. pH-Wert der Pilzgebilde. (vgl. Tab. XIII).

Pilzgebilde	lebendig od. tot	BCP	pH	
Knäuel (primär)	lebend	gelb	< 5,6	Einlagerungs-phase
Eingelagertes Knäuel ..	lebend	gelbbraun-braunviolett	6,0	
Wendephase	?	hellblau	6,2	
Verdauungsklumpen	tot	gelb	< 5,6	Verdauungs-phase
Klumpenrest	tot	gelb	< 5,6	

Die Wendephase zeigt mit BCP eine hellblaue Farbe (über pH 6,2), aber eine gelbe mit BTB (unter 6,2), so gewinnt man pH ca. 6,2 für die Wendephase. Für die sonstigen Pilzgebilde, wie Knäule, Verdauungsklumpen usw., muss man mittelst anderer Farbstoffe die pH-Spanne verengen (Näheres sei hier fortgelassen, vgl. Fig. 16, S. 183).

Da in den Verdauungsklumpen bzw. Klumpenresten die Hyphen schon abgestorben sind und da in diesen der Stoffgehalt, also auch der Eiweissfehler u. dgl., nicht gross sind (vgl. S. 183), so sollten die pH von diesen Gebilden mit denen des Zellsaftes übereinstimmen, und in der Tat waren sie fast übereinstimmend (vgl. Tab. XIII).

Nach der zweiten Pilzbesiedlung einundderselben Zelle lagern sich neue und alte Pilzgebilde konzentrisch nacheinander ab, sodass hier das neu gebildete Knäuel bzw. die neue Wendephase usw. bei BCP-Test stets einen gelben Klumpenrest im Zentrum besitzt. Nach der dritten Besiedlung zeigen sich wiederum einige konzentrische Ringe der älteren Klumpenreste, die dann aber keine besondere Farbnuance zu zeigen pflegen[1].

Durch die übrigen Farbindikatoren, z.B. durch BCG, BPB, wird die Wendephase, wie durch BCP, auch schön hellblau gefärbt, was auf eine homogene Struktur hinweist.

Es ist unmöglich, zugleich einunddieselbe Zelle auf diese verschiedenen Farbstoffe, bzw. Kernreagens wie Azetokarmin, reagieren zu lassen. Diese Unbequemlichkeit ist besonders bei der Wendephase unangenehm, die kein morphologisches Merkmal besitzt. Die regelmässige Ordnung der Verdauungsprozesse bei *G. septentrionalis* (S. 166) gibt aber ein bequemes Kriterium für die Phase.

D. Der Schleim und Schleimgang

Der Schleimgang mit seinem Inhalt scheint bei dieser Pflanze eine wichtige Rolle bei der Ernährung zu spielen.

---

(1) Bei der z.B. um die Wendephase stellenweise auftretenden Frühbesiedlung (S. 166) ist das mittels BCP gelb gefärbte Knäuel mit blauem Zentrum versehen; oder noch komplizierter, die zentrale, alte blaue Wendephase kann durch eine gelbe Klumpenschicht und eine äusserste, neue blaue Wendephase doppelt umschlossen werden.

(1) *Die Natur der Grundsubstanz vom Schleim* (Tab. XII).

Die Grundsubstanz vom Schleim quillt mit Wasser und ist unlöslich in Alkohol. Der Schleim der Wurzel ist klebriger als der des Rhizoms und der der oberirdischen Teile. Die Reaktionen des Schleimes gegen verschiedene Reagentien sind in Tab. XII angegeben.

TABELLE XII. Reaktion vom Schleim.

	Reagentien	Reaktion	Denkbarer Stoff
(1).	α-Naphthol	rot (langsam !)	Kohlehydrat von höherer Ordnung, Eiweiss
(2).	Jod-Jodkali	braun	,, ,,
(3).	Biuret	blau !	Schleim, Eiweiss
(4).	MILLON	negativ	(Eiweiss)
(5).	Ninhydrin	negativ	(Aminosäure)
(6).	Ruthenium Rot ..	rot	Pektin-Schleim

Die langsame rote Färbung[1] durch Alpha-Naphthol ist besonders charakteristisch; also der Hauptanteil vom Schleim ist, wie bei meisten Orchideen, als eines der höheren Kohlehydrate zu betrachten, mit etwaiger Beimengung von eiweissartiger Substanz.

(2) *Die Beziehung des Schleimganges zu dem Öl in der Verdauungsschicht.*

Bei der Verdauung des Pilzes auftretende Öltropfen (vgl. S. 177) verschwinden allmählich aus der Zelle. In denjenigen Zellen, die den Schleimgang umgeben, verschwindet das Öl jedoch am spätesten. Es scheint also, dass das verdaute Öl allmählich nach dem Gang transportiert und hier aufgespeichert wird.

(3) *Stärke-Idioblasten im Zusammenhang mit dem Schleimgang, usw.*

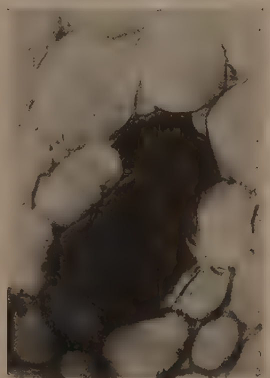


Fig. 15. Eine Stärkezelle (körnig schwarz), die dicht am Schleimgang (homogen-schwarz) anliegt (24. März 1936; verpilzte Langwurzel Nr. 7, Querschnitt, Jod-Jodkali-Färbung, 111:1, Handschnitt).

Es gibt häufig Stärkezellen dicht in Berührung mit dem Schleimgang der Wurzel. Sie sind fast völlig mit Stärkekörnern angefüllt und kontrastieren scharf von den übrigen Rindenzellen (Fig. 15). Diese Zellen sind aber nur in denjenigen Teilen und Monaten auffällig, wo die Stärke verhältnismässig gering ist (z.B. Nr. 3, Sept.; 7, März; 6, Mai, Januar). Ein gewisser Stoffverkehr dieser Zellen mit dem Gang ist begreiflich.

(1) Diese langsame Reaktion stimmt mit der der Stärke völlig überein!

Oft gibt es auch Interzellularen, die eine mit Jod sich braun färbende Substanz —vielleicht einen Schleim—besitzen. Dieselbe enthält aber kein Öltropfen.

In einem Falle (Nr. 13, Mai) beobachtete ich eine sehr ungleiche Verteilung der Schleimgänge einer Wurzel. In den beiden Hälften des Wurzelquerschnittes war das Zahlenverhältnis der Gänge 5:1. Auffallend war aber dabei, dass die Gewebezellen der gangreichen Hälfte reich an Stärke, und arm an Öl waren. Die engere Beziehung zwischen dem Gang und dem Auftreten der Stärke ist also nicht abzuleugnen.

(4) *Rhaphiden.* Im Schleimgang treten auch viele Rhaphidenbüschel auf. Diese treten schon in den Schleimzellen des Vegetationsscheitels der Wurzel auf (Taf. II 6), wo noch kein Öltropfen vorhanden ist. Die Beziehung zwischen Schleim und Rhaphiden ist also, wie schon anerkannt, ziemlich innig (vgl. FREY-WYSSLING).

(5) Ausser den Öltropfen, welche mitsamt der Grundsubstanz die Hauptreserve des Schleimganges darstellen, ist der Gang auch reich an Ammonium und Kalium.

TABELLE XIII. Stoffverteilung in den Pilzgebilden.

Stoff	Reagentien	intra-rad. Rh.	Knäuel	eingelagert. Knäuel	Wende-phase	Verd.-Klumpen	Klumpenreste	unverpilzte Zelle
Aminosäure	Ninhydrin	w	w	reich	?	w	sw	fehlt
Eiweiss	MILLON	fehlt	w	reich	?	w	w	w [1]
	Biuret	fehlt	w	reich	?	w	w	w [1]
	Jod-Jodkali	w	w	reich	?	w	w	w [1]
Reduzierter Zucker	MEYER	w	w	reich?	?	reich [2]	reich [2]	reich
	$AgNO_3$	w	w	reich	?	w	reich [2]	
	NESSLER [3]	w?	w?	w?	?	w?	reich [2]	
Öl [4]	Sudan-III	fehlt	fehlt	fehlt	?	reich [4]	w [4]	w [1]
Stärke [4]	Jod-Jodkali	fehlt	fehlt	fehlt	?	fehlt [4]	reich [4]	reich
P	vgl. S. 184	w?	reich?	reich?	?	fehlt?	fehlt?	reich
K	Na-Co-Nitrit	reich?	reich	reich	?	w?	w?	reich
Mg	$NaHNH_4PO_4+NH_3$	fehlt	fehlt	fehlt	?	w [4]	w [4]	fehlt
Ca	$KOH+K_2CO_3$				?			fehlt
Ammonium	NESSLER, $PtCl_4$				reich			w
pH (Mittelwert)	(SMALL)	?	4,5	6,0	6,2	4,5	4,4	vgl. Tab. X

w wenig; sw sehr wenig;
1) in der Wurzelbasis reich,
2) mit Wirtszelle selbst gemischt?
3) über die Zuckerreaktion des NESSLER'schen Reagens vgl. TUNMANN-ROSENTHALER.
4) Gehalt in der Wirtszelle!!

E. Stoffverteilung in den Pilzgebilden

(1) Die Stoffverteilung in den Pilzgebilden ist in Tab. XIII und Fig. 16 gezeigt.

(2) Bemerkungen: *Eiweiss*, *Aminosäure* (Taf. II 7), *Zucker* (s. Fig. 17), P, K usw., welche in den eingelagerten Knäulen aufgespeichert werden, schwinden allmählich aus dem Pilz und gehen in die Wirtszelle über, während in dieser darauf das *Öl* und dann die *Stärke* in den Vordergrund treten (Fig. 16).

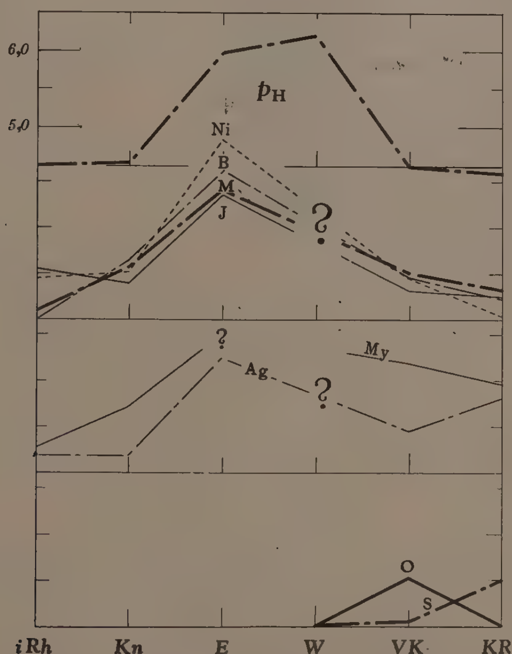


Fig. 16. **Stoffverteilung in den Pilzgebilden.** Abszisse: iRh intraradicale Rhizomorpha, Kn Knäuel, E eingelagertes Knäuel, W Wendephase, VK Verdauungsklumpen, KR Klumpenrest; oberste Ziffer der Ordinate gleich pH, übrige Stoffe im Masstab von 0-3, bei eingelagertem Knäuel nötigenfalls 0-4 (vgl. S. 176); in den Kurven Ni Ninhydrin-, B Biuret-, M MILLON-, J Jod-Jodkali-, My MEYER'sche red Zucker-, Ag Silber-Nitrat reduzierte Reaktion; O (Öl) und S (Stärke) in den Wirtszellen selbst. Bei Wendephase war alles mit Ausnahme von pH unklar, weil die Phase morphotisch nicht zu unterscheiden ist; bei E blieb die MEYER'sche Reaktion wegen ihrer violetten Färbung (Eiweissreaktion) auch unklar.

Die Form des Phosphors usw. Bei dieser Pflanze reagiert das Phosphor, besonders das der eingelagerten Knäule, auf molybdänsaures Ammon sehr deutlich, während es mit dem Mg-Reagens (Mg-Sulfat+Ammoniumchlorid) keine Reaktion zeigt. Die qualitative As-Analyse war aber negativ. Man könnte daraus also schliessen, dass das reagierte P organisch gebunden war. Es ist aber zu bemerken, dass der Niederschlag von Ammonium-Phosphomolybdat der Feinheit der Pilzhyphe wegen die Kristallform nicht deutlich nachweisen lässt. Das Gleic e gilt für K. Mg und Ca, selbst wenn sie in den Pilzgebilden enthalten sind, kommen sie nur in ganz geringen Mengen vor.

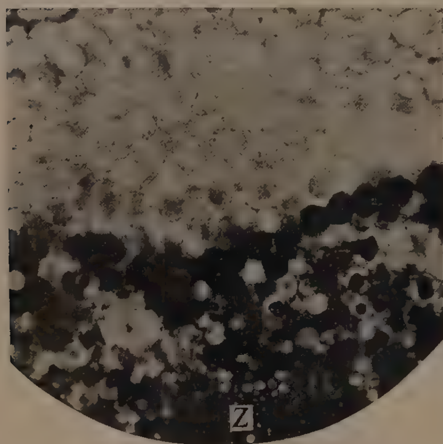


Fig. 17. **Reduktions eaktion durch ammoniakalisches Silbernitrat.** Oben weisse Knäuelschichten (keine Reduktion); die schwärzeste die eingelagerte Knäuelschicht (starke Reduktion); darunter einige schwarz gefärbte Verdauungsklumpenschichten (22. Sept. 1936; Kurzwurzel Nr. 2, Querschnitt, 30:1, Handschnitt). Z Zentralzylinder.

Die Übersicht der Stoffverteilung ist in den Tabellen VIII–XIII und Fig. 16 angegeben.

F. Die jahreszeitlichen Veränderungen der Stoffe in den Pilzgebilden

In den Pilzgebilden ist ebenso wie in den Wirtszellen selbst (G. S. 186) ein jahreszeitlicher, stofflicher Verlauf zu bemerken, was natürlich mit dem Verdauungsprozess, also mit den Einlagerungserscheinungen und darauf folgender wirklicher Verdauung (Stoffabgabe) zusammenhängt.

(*1*) *Veränderungen in den Knäulen* (Fig. 18a).

pH irregulär; Aminosäure (Ni) nimmt in den aktiven Zeiten (Frühling bis Herbst) zu, das Eiweiss (M) dagegen ab; dieses zeigt, dass das letztere in jene verwandelt wird.

Wie bereits erwähnt (S. 167), gibt es eine Jahresperiodizität des Verdauungsprozesses. Das Knäuel entste t in der Regel im Sommer-Herbst, und ein grosser Teil davon wird im nächsten Sommer verdaut. Der Verlauf der Aminosäurekurve stimmt mit dieser Periodizität überein[1]: Das Maximum fällt in den Monat Juni, es handelt sich also um dasjenige des vorjährigen Knäuels, während es sich bei dem Minimum im September um dasjenige der Neubesiedlung handelt. Die Kurve sollte also im folgenden Sinne aufgefasst werden[2]:—

---

(1) Natürlich ist der Kurvenverlauf infolge der Einmengung verschiedener Übergangsformen zwischen Knäuel und eingelagertem Knäuel usw. nicht ganz ausgeprägt zum Ausdruck gekommen.

(2) Diese Auffassung muss in allen folgenden Kurven in Rechnung gezogen werden.

Laufendes Jahr		Nächstes Jahr	
September	Winter	Frühling	Juni
Aminosäure u. Eiweiss Min. (Besiedlung)	Eiweiss Max.	Umwandlung vom Eiweiss in Aminos.	Aminosäure Max. (Verdauung)

Im eingelagerten Knäuel sind die Aminosäure und Eiweiss viel reichlicher (vgl. Fig. 16) und zwar ohne Schwankung vorhanden.

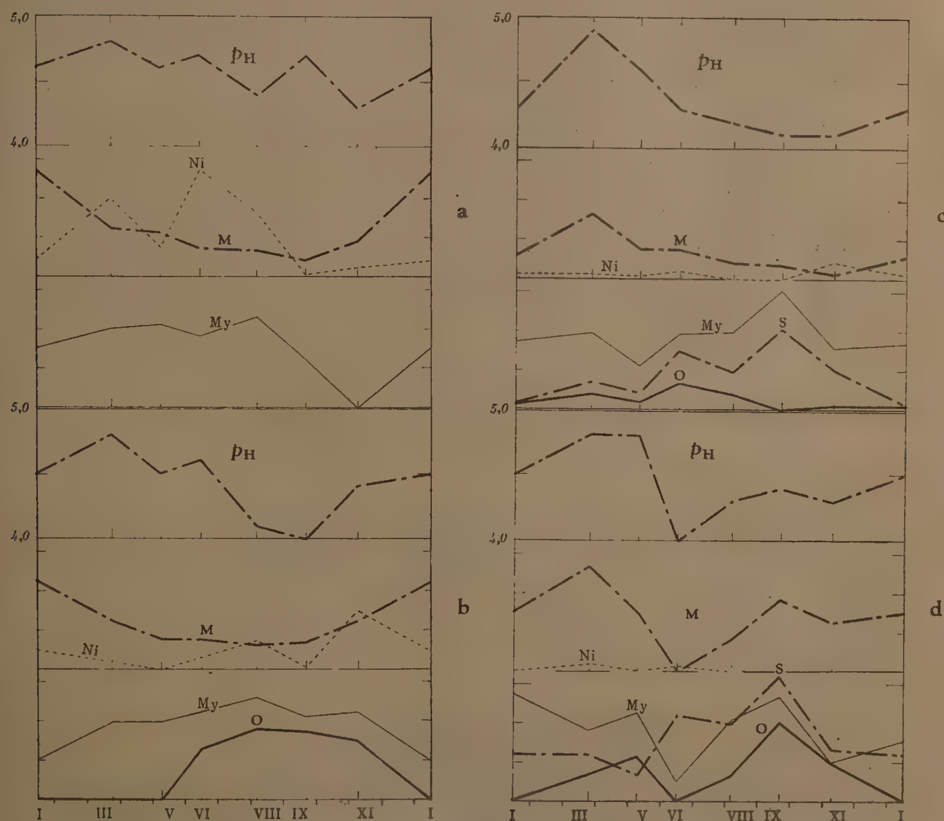


Fig. 18. **Jahreszeitliche Stoffveränderungen in den Pilzgebilden.** Abszisse: Monate (vgl. Tab. VII), Ziffer der Ordinate: pH, übrige Stoffe im Masstab von 0-3 (vgl. S. 176), andere Abkürzungen und Bemerkungen (bei Stärke und Öl) s. Fig. 16.

a Knäuel, b Verdauungsklumpen, c Klumpenrest; d echte Rindenzellen der nicht verpilzten Teile (Mittelwert von Nr. 7, 8 und 13).

(*2*) *Veränderungen im Verdauungsklumpen* (Fig. 18b).

Die Veränderungen von pH und Eiweiss (M) stimmen ziemlich gut miteinander überein; beide nehmen in den aktiven Zeiten ab. Aminosäure (Ni) ist schon gering; sie müsste also in der Phase zwischen dem eingelagerten Knäuel und dem Verdauungsklumpen dem Wirte geliefert worden sein. Das Öl (O) tritt erst in dieser Phase vom Sommer an in der Wirtszelle um den Verdauungsklumpen herum auf.

(*3*) *Veränderungen in dem Klumpenrest* (Fig. 18c).

pH und Eiweiss (M) stimmen völlig überein! Beide verringern sich in den aktiven Zeiten; das Öl (O) ist schon gering, während die Stärke reichlich in der Zelle auftritt.

(*4*) Die periodische Verschiedenheit der Verdauung von Aminosäure und vom Öl (**stufenweise Verdauung?**). Wie oben gezeigt wurde, werden die Aminosäure und der Zucker in der Phase, welche zwischen die Einlagerung des Knäuels und die Entstehung des Verdauungsklumpens fällt (also sofort nach der Wendephase?), das Öl aber erst vom späteren Verdauunsklumpen zu dem Wirte gegeben[1], und da ferner die Stärke höchstens ein sekundär synthesiertes Produkt sein soll, so wäre folgende Möglichkeit gegeben:—

1 ste Besiedlung	→ 1 ste Verdauung	umittelbare Produkte	1 ste Stufe	....Aminosäure, Zucker
			2 te Stufe	....Öl.
		sekundäres Produkt		..................Stärke.
2 te Besiedlung usw.				

(*5*) *Die auffallende Übereinstimmung* der Schwankungen von pH und Eiweiss (M) ist, wie in den Pilzgebilden, auch in den Wirtszellen zu beobachten und zwar in der Wurzelbasis (Nr. 7, 8 und 13), wo kein verdauliches Pilzgebilde vorhanden ist (Fig. 18d). Auf die Ursache und Bedeutung dieser Erscheinung (Eiweissfehler usw.) will ich an anderer Stelle eingehen (S. 198).

G. Die jahreszeitlichen Veränderungen der Verteilung wichtiger Stoffe im Wirtskörper

Die jahrezeitlichen Veränderungen in jeder Körperabteilung des Wirtes, zusammen mit den jeweils eingeschlossenen Pilzgebilden, seien an dieser Stelle erörtert:

---

(1) Juni-November (Fig. 18b); im Winter und Frühling tritt das Öl um den Verdauungsklumpen herum noch nicht auf. Der Verdauungsklumpen ist daher physiologisch in zwei Stadien einzuteilen (Verdauungsklumpen I und II).

(*1*) *Aminosäure* (Fig. 19).

Die Aminosäure, welche am reichlichsten in den Pilzgebilden, die unter aktiver Verdauung stehen (z.B. eingelagerte Knäule), enthalten ist, tritt auch häufig in den diese Gebilde einschliessenden (z.B. Nr. 2, 5)[1] oder nahe liegenden Wirtszellen (z.B. Nr. 1)[1] auf. Dagegen kann man in den die Verdauung überwundenen Stellen (Nr. 3, 6) usw. kaum noch etwas von ihr finden.

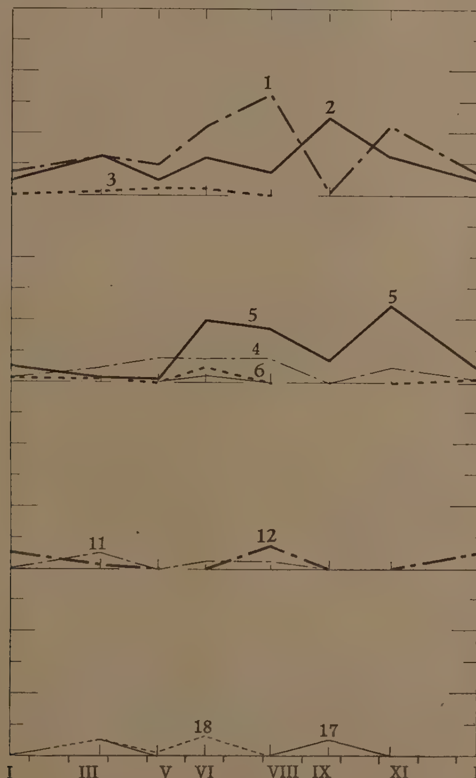


Fig. 19. **Aminosäuregehalt** (Ninhydrin-Reaktion). Abszisse: Monate (vgl. Tab. VII); Ordinate: Gehalt (bei jeder Kolumne der Vergleichsmasstab 0–6, vgl. S. 176); (Zahlen in den Kurven: die Nummern der Pflanzenteile s. Tab. VI od. Fig. 14). Die Aminosäure ist fast nur in den in der Verdauung begriffenen Teilen (Nr. 1, 2 u. 5) auffallend.

(1) Die dick ausgezogenen und dick gebrochenen Linien; die dick gestrichelten Linien zeigen die die Verdauung überwundenen Stellen.

Die durch Verdauung erzielte Aminosäure könnte durch das Phloëm, wo sie auch oft in reichlicher Menge gefunden wird, 1.) in den Vegetationsscheitel der Wurzel oder des Sprosses abgeleitet werden, um das weitere Wachstum zu unterhalten, oder 2.) in der Wurzelbasis als Eiweiss abgelagert werden. Welches von beiden zutrifft muss von Fall zu Fall entschieden werden. In der Abteilung Nr. 12, die oft temporär verpilzt wird, ist auch etwas Aminosäure gefunden worden.

Die Aminosäure-Kurven weisen hauptsächlich in den aktiven Zeiten starke Schwankungen auf. Die Schwankungen der Stoffe bei den gegebenen Nummern, besonders bei Nr. 1, 2 und 5, sind aber ausser durch „eigene" Veränderungen noch durch den Umstand modifizierbar, in welchem Masse der wirkliche Verdauungsprozess vor sich geht (z.B Schwankungen bei Nr. 1).

Der Gehalt an Aminosäure (bzw. an Öl, Fig. 22) in der Wurzel ist ausserdem mit dem des Knäuels usw. (Fig. 18 a–c) nicht gerade proportional, und zwar dadurch, dass dieselbe nur eine oder doch nur einige Komponenten von Gehalt ausmacht (vgl. Tab. XIII. S. 182).

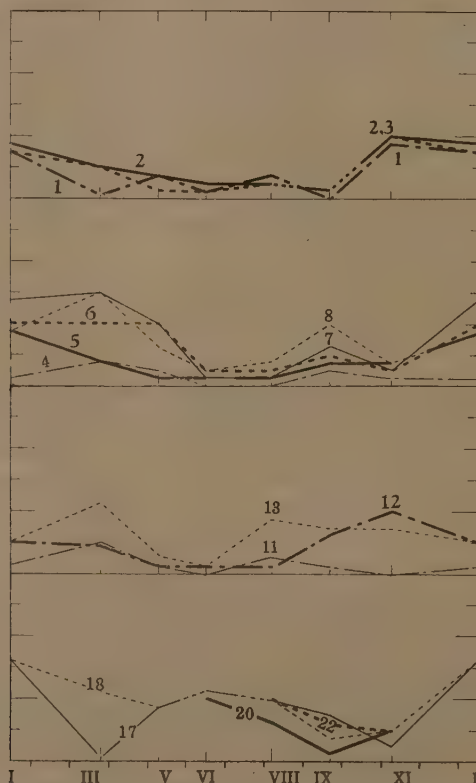


Fig. 20. **Eiweissgehalt** (MILLON'sche Reaktion). Bezeichnungen wie Fig. 19. Der Eiweissgehalt erfährt im allgemeinen im Winter (Januar) eine Erhöhung.

(2) *Eiweiss* (MILLON'sche Reaktion; Fig. 20).

In den Wurzeln (Nr. 1–13), besonders in den verpilzten (Nr. 1–8), nimmt der Eiweissgehalt in den aktiven Zeiten ab und in den inaktiven zu. Diese Neigung hat auch das Rhizom (Nr. 17, 18), ohne hier jedoch eine auffällige Abnahme in den aktiven Zeiten zu zeigen.

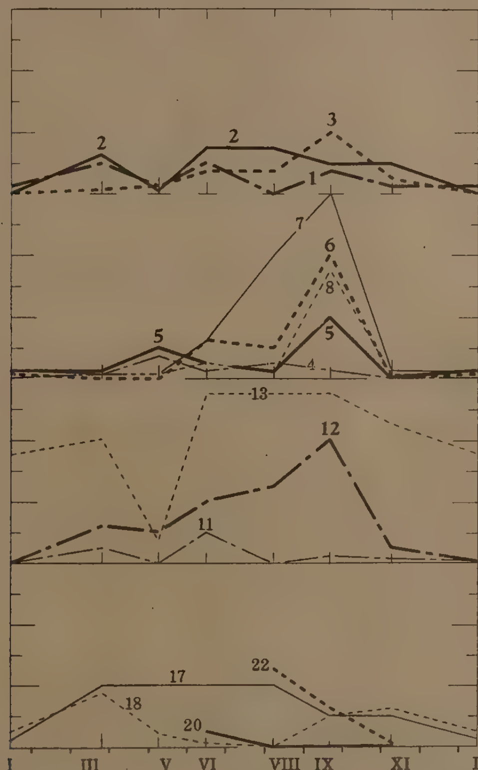


Fig. 21. **Stärkegehalt** (Jod-Jodkali-Reaktion). Bezeichnungen wie Fig. 19.

(3) *Stärke* (Fig. 21).

In der verpilzten Kurzwurzel (Nr. 1–3) wird die Stärke nicht auffällig aufgespeichert. Das Maximum erscheint bei der verpilzten Langwurzel im September (Nr. 5–8). Hier ist die Beziehung zwischen Pilz und Stärke zu erkennen: In der aktiv verdauenden Stelle (Nr. 2) tritt die Stärke, wie gering sie auch sei, alljährlich auf (vgl. S. 195 Anm.). Die die Verdauung überwundenen Stellen (Nr. 3, 6) verhalten sich wie die nicht oder sehr alt verpilzten Teile (Nr. 7, 8).

In der Basis der unverpilzten Langwurzel (Nr. 13), welche das allergrösste Vorratsvermögen der Stärke aufweist, ist nur das Minimum im Mai auffällig[1]. Nr. 12 (zuweilen temporäre Verpilzung) verläuft wie Nr. 5–8. Es liegen im sprossnahen Teile vom Rhizom (Nr. 18) zwei ziemlich auffallende Maxima (Frühling u. Herbst) und gleichfalls auffallende Minima (Sommer u. Winter)[2], während die wurzeltragenden Teile (Nr. 17) ein Maximum (Frühling-Sommer) und ein Minimum (Winter) aufweisen. Im Blütenschaft (Nr. 20) ist die Stärke nur in der Jugendzeit (Juni) in der Stärkescheide auffällig.

Neben der Funktion als „Wurzel" übernimmt die *Galeola*-Wurzel die Aufgabe der C-Aufnahme. Die Stärkekurven der meisten Wurzelteile verlaufen also ganz charakteristisch, und zwar verhältnismässig einfach[3].

(*4*) *Das Öl* (Fig. 22)[4].

In der verpilzten Kurzwurzel (Nr. 2–3) tritt ein merkliches Öl-Maximum im August um die Verdauungsklumpen (–II, vgl. S. 186 Anm.) herum auf.

Die Aminosäure, welche das Verdauungsprodukt der ersten Stufe ist, tritt schon im Herbst vorher reichlicher auf (Fig. 19, Nr. 1, 2, 5).

In den Mittel-Basalteilen, sowohl den verpilzten (Nr. 6–8) wie auch den unverpilzten (Nr. 12, 13), treten die Maxima im September auf, wo der Gehalt in der verpilzten Kurzwurzel (Nr. 2–3; Verdauungsstelle) schon niedriger geworden ist (also Öl-Wanderung; vgl. zweite Stufe der Verdauung, S. 186).

Die Quantität der beiden Substanzen, Stärke und Öl, im September bei Nr. 6 8 ist ordnungsgemäss wie folgt:—

		Nr.	
Stärke	(reich)	7-6-8	(gering), (Fig. 21, 22).
Öl		8-7-6	

Also zeigt die verpilzte Wurzelbasis (Nr. 8) das höchste Öl- und das geringste Stärke-Speicherungsvermögen.

In den Wurzelspitzen (Nr. 1, 4 und 11) ist der Ölgehalt sehr gering.

(1) Wanderung zum Blütenschaft? Das Minimum beruht auf der „ungleichen Verteilung der Stärke" (S. 182).

(2) Nr. 18 ist also mit dem oberirdischen Teile von Bäumen vergleichbar (vgl. ISHIBE).

(3) Bei den Mykorrhizen der grünen Orchideen sollte aber, wegen der CO_2-Assimilation derselben, die Kurve viel komplizierter verlaufen, also auch ihre Bedeutung viel weittragender sein.

(4) Die Kurven sind ohne Berücksichtigung auf das Öl des Schleimganges, welches im allgemeinen sehr reichlich vorhanden ist, gemacht.

Dass bei Nr. 1 (Spitze der verpilzten Kurzwurzel) die Aminosäure (1 ste Stufe von Verdauung) reich, dagegen das Öl (2 te Stufe) arm ist, dürfte vielleicht dadurch zu erklären sein, dass in diesem Teile die eingelagerten Knäule, nicht aber die Verdauungsklumpen, in reichem Masse vorhanden sind, dass ferner die Aminosäure leicht mobilisierbar ist (S. 188) und zudem auch früher als das Öl verdaut wird.

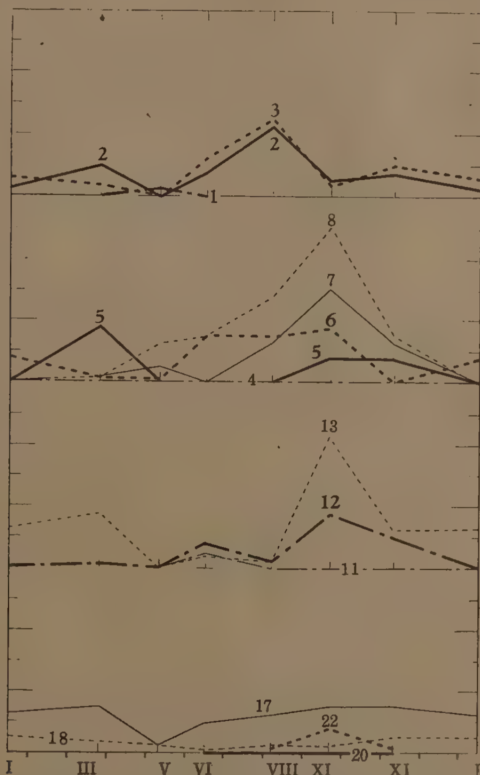
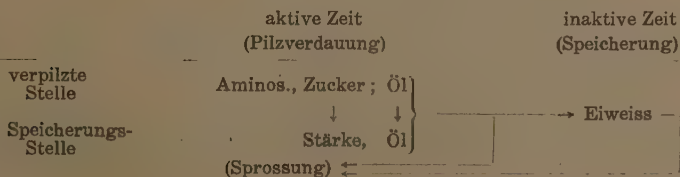


Fig. 22. **Ölgehalt (ausschliesslich des Schleimganges; Sudan-III-Reaktion).** Bezeichnungen wie Fig. 19. Bei Nr. 2 und 3 Maxima im August, bei 7, 8, 12 und 13 im September.

(5) *Übersicht über die Stoffwanderung und Stoffwandlung.*



Die Zunahme von Stärke und Öl im Herbst[1] scheint aber nicht gerade mit der Zunahme vom Eiweiss[2] in den inaktiven Zeiten balanciert zu sein, obgleich wir Näheres über den Schleimgang nicht wissen[3].

H. Hydratur

(1) Jährlicher Verlauf der Hydratur.

Durch die Methode WALTERS[4] gewann ich folgende Resultate (Tab. XIV; Fig. 23, 24):

TABELLE XIV. Hydratur (osmotischer Wert in Atm.).

Nr.1)	Monat 2)							Bemerkungen
	III	V	VI	VIII	IX	XI	I	
2-3	7,37	6,99	9,39	**11,38**	**11,46**	7,79	6,45	Kurzwurzel Verdauung
5	8,50	7,08	8,64	**12,57**	10,35	8,00	5,60	Langwurzel ,,
8′	8,40	9,17	8,43	7,53	**13,07**	7,39	7,86	,, Basis
12	7,01	5,54	8,55	8,79	8,30	5,88	4,80	Unverpilzte Mitte
13	—	—	—	7,47	8,88	9,96	6,49	,, Basis
14 15	—	—	10,40	6,87	8,67	—	—	sehr junge Wurzel
18	9,54	7,55	8,26	6,62	9,00	9,91	5,30	Rhizom, sprossnaher Teil
19-21	—	—	5,19	6,22	6,51	7,99	—	Blütenschaft
22	—	—	—	7,71	9,62	17,96?	—	Frucht

1) Nr. vgl. Tab. VI,
2) Datum vgl. Tab. VII.

Der osmotische Wert des verpilzten Ortes (Nr. 2-3 u. 5) steigt in den aktiven Zeiten bis zu dem Maximum von 12,57 Atm. im August und sinkt dann gegen die inaktiven Zeiten bis zum Minimum von 5,60 Atm. im Januar! Die übrigen unterirdische Teile (Nr. (8), 13; 18) weisen im allgemeinen zwei Maxima auf vor und nach den aktiven Zeiten, d.h. im März und November, und zwei Minima im August und Januar. Die Kurven der beiden unterirdischen Teile, wie bei Fig. 23 zu sehen, durchschneiden sich zweimal um den osmotischen Wert von ca. 8 Atm. Diese Kreuzstellen

(1) 22. September, wo schon die Früchte beinahe reif geworden sind.

(2) Auch nicht mit der Hydratur, welche teils den Zuckergehalt anzeigt (s unten).

(3) Es scheint, dass im Schleimgang der Schleim mit dem Eiweiss (Fig. 20) und das Öl mit dem der Gewebezellen (Fig. 22) gleichlaufend sind.

(4) Unterirdischer Teil gewaschen und mit Gaze abgewischt, in die Flasche gefüllt; Abtötung durch Hitze (100°C-20 Min.); Einlagerung im Eissch ank; Gefrierpunktsmessung nach ca. einem Monat.

entsprechen den Zeiten des Einsetzens der Aktivität (Mitte-Ende Mai)[1] sowie ihres Ausklingens (Mitte-Ende Oktober), bei denen die Bodentem-

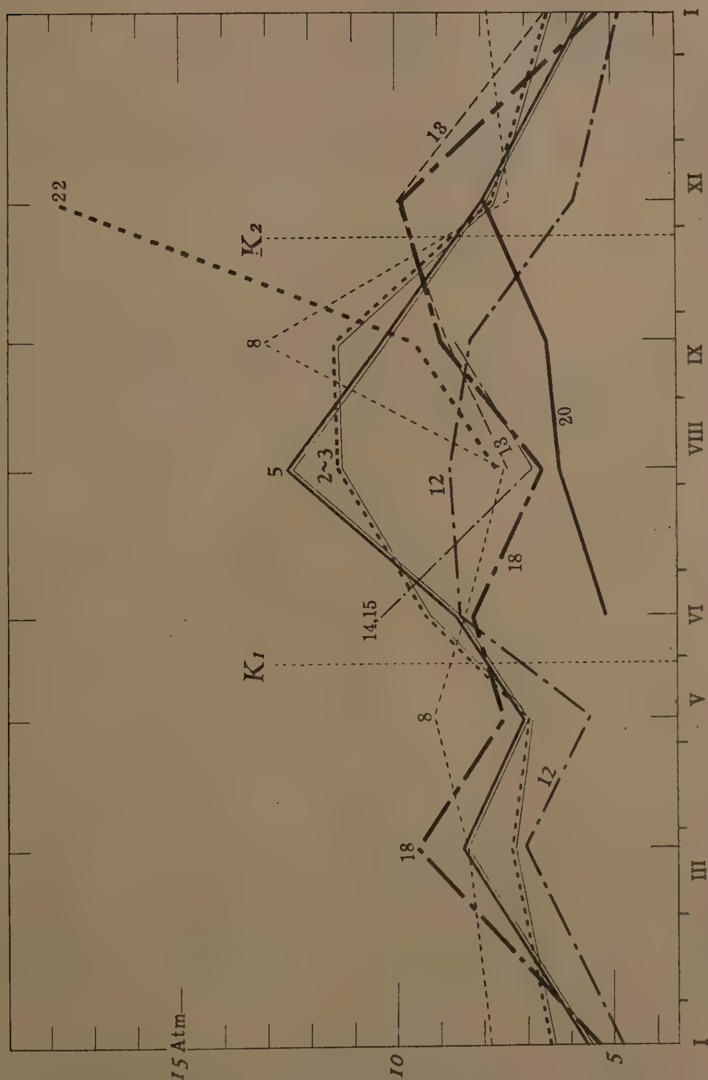


Fig. 23. Hydratur (Osmotischer Wert). Ordinate: osm. Wert im atmosphärischen Druck; K_1 und K_2 vermutliche Konvergenzzeiten, übrige Zahlen und Bezeichnungen wie Fig. 19.

(1) Der Blütenspross treibt Mitte Juni.

peratur ungefähr 10–13°C beträgt und welche physiologisch-ökologisch zwei wichtige Wendephasen darstellen (Tab. VII; Fig. 24b).

Der Veränderungsbereich des osmotischen Wertes in jedem Monat verhält sich wie Fig. 24 a. Die Bereiche bei den unterirdischen Teilen (U) erweitern sich plötzlich in den aktiven Zeiten, während die der ganzen Pflanze (dicke Linie) sich langsamer und etwas früher erweitern.

(2) Bei der Langwurzelbasis von der verpilzten Wurzel (Nr. 8) tritt eine plötzliche Steigerung im September ein, wo die Stärke auch ein transitorisches Maximum zeigt (Fig. 21).

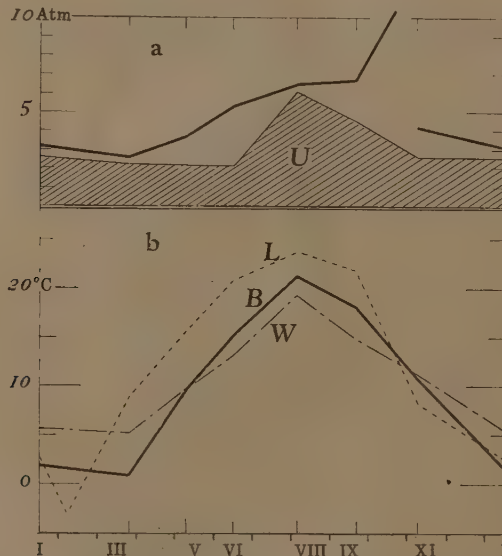


Fig. 24 a. **Monatliche Hydratur (O.W.)-Spanne.** U (schraffiert) unterirdischer Teil (Rhizom und Wurzel, ausschl. von Nr. 12), dicke Linie ganze Pflanze (die starke Abweichung im November beruht auf dem Frucht-Wert in diesem Monat).

Fig. 24 b. **Temperatur des Standortes** (Kurama- und Kibuneyama bei Kyoto; 10–15 Uhr, März 1936 bis Januar 1937). L Luft- (1 m), B Boden- (15 cm), W Wasser-Temperatur; in L ist der gemessene Minimumwert (−3,0°C, 4. Feb. 1935) eingefügt worden; W die des kleinen Giessbachs in der Nähe des Standortes. Maximum und Minimum in den Jahren 1933–37: B (21,5°C – +0,7), W (19,5–1,6), L (30,0 – −3,0). Die Schneedecke war am 22. Jan. 1934 36 cm tief. Gewöhnlich ist der Standort von Januar bis März mit Schnee bedeckt.

(3) Nr. 12 (Mittlerer Teil der unverpilzten Langwurzel, mit zuweilen sporadisch-temporärer Verpilzung) verläuft wie bei der verpilzten, obgleich im allgemeinen niedrigere Werte zu beobachten sind.

Nach (1)-(3) scheint eine engere Beziehung zwischen Pilzverdauung bzw. Pilzbesiedlung sowie der Hydratur vorhanden zu sein[1].

(4) Zur Zeit der Wurzeltreibung zeigt die jüngste Wurzel (Nr. 14-15) den allerhöchsten Wert (Juni), der aber bald abfällt (August).

(5) Die Werte der oberirdischen Teile (Blütenschaft u. Frucht; Nr. 20, 22) steigen allmählich, teils vielleicht durch den stetigen Wasserverlust.

Nach WALTER zeigt *Coralliorhiza multiflora* zur Blütenzeit folgende Werte:— Wurzel (8,6), Blütenschaft (5 5 Atm.).

V. Ökologisches

(1) Der Standort.

Die Standortsbedingungen von *Galeola septentrionalis* sind nicht so streng beschränkt wie bei meisten Holomykotrophen. In der Kyoto-Gegend findet man die Pflanze gewöhnlich an Abhängen von 20°-30° Neigung in der Höhe von ca. 300 m als Unterwuchs von Nadel- oder Laubhölzern. Alter der Bäume, Dichtigkeit des Unterwuchses, Beschattungsgrad, Bodenarten, usw. sind nicht sehr massgebend.

So wird sie z.B. in Kurama im lichten Waldschatten von 20-30 jährigen *Cryptomeria* und *Chamaecyparis* (Fig. 1E) oder in dichten Gebüschen unter noch jüngeren Aufforstungen der gleichen Bäume gefunden, während sie in Kibune als Unterwuchs von laubwerfenden Waldungen ebensogut gedeiht. Man begegnet der Pflanze sogar an besonnten Stellen um die eingelegten Hölzer (Kulturbetten von Baumschwamm, *Cortinellus Shiitake* in Asiu). Dichter Schatten scheint vielmehr ungünstig.

Betreffs der Bodenazidität scheint sie auch weitgehendst indifferent zu sein, denn sie wächst sogar in Sandboden (Nara). In Kurama beträgt z.B. die pH des Standortes:—

	pH
Bodenoberfläche	6,4 (BTB)
In 15 cm Tiefe	6,0-6,2 (BTB),
	(30. Okt. 1932).

Sie ist also etwas höher als im eigenen Humusboden (vgl. BURGEFF 1932). Jedenfalls ist *Galeola septentrionalis* kein Humusbewohner im eigentlichen Sinne[2].

(1) Gewinnung von Zucker. Vielleicht spielt auch die Abnahme des Vakuolenraumes durch die Pilzbesiedlung für die Steigerung des osmotischen Wertes eine Rolle. Nach ENDRIGKEIT (l.c.) soll durch die Pilzbesiedlung eine Stärke-Auflösung und Stärke-Umlagerung stattfinden.

(2) Bei Kyoto zeigt *Gastrodia elata* eine ähnliche ökologische Verbreitung.

Dies beruht ohne Weiteres darauf, dass die Pflanze mit der Rhizomorpha von Hallimasch, einem typisch holzzersetzenden Pilz, in Verbindung steht. Die Rhizomorpha dieses Pilzes kann sehr oft mehr als 10 Meter, unter Umständen einige Zehnmeter erreichen, so dass *Galeola* weit von den Hölzern entfernt stehen kann. Die wichtigste Bedingung des Bodens ist also, dass die Rhizomorpha ohne Beschädigung durchwachsen kann. Im tonerdereichen Boden gedeihen also weder Rhizomorpha noch die Pflanze selber gut wegen der schlechten Durchlüftung und Wasserableitung, sogar die Wurzelspitze verdirbt, während im trockenen steinigen Boden sich gesunde Wurzeln finden lassen.

(2) Die Bodentemperatur.

Weitaus wichtiger ist die Temperatur des Bodens. Dies wird nicht nur durch geographische Breite, Höhe und Topographie, sondern auch durch Bedeckungsgrad des Bestandes beeinflusst und diese Verhältnisse wirken weiter bestimmend auf die Beschaffenheit des Bodens. Die jahreszeitliche Schwankung der Temperatur muss eine wichtige Rolle auf das symbiotische Leben der Pflanze spielen (vgl. S. 202 ff.).

(3) Samenverbreitung.

Die Frucht springt nicht auf, obgleich sie zuweilen irregulär zerreisst. Die Samen werden jedoch durch diese Zerreissung nicht zerstreut, weil die Frucht noch sehr saftreich ist. Der Blütenschaft mit verderbenden Früchten bleibt im nächsten Frühling meist an derselben Stelle wie im Vorjahr (Fig. 1 A, D).

Diese Unaufspringbarkeit der Früchte ist nicht der gemeinsame Charakter der *Galeola* Gattung, weshalb also systematisch kein grosser Wert darauf gelegt werden kann, wenngleich dieses Verhalten ökologisch bedeutungsvoll sein soll.

Der Flügel des Samens (Fig. 3; vgl. Burgeff 1936, S. 36 ff.), was diesmal eines der systematisch wichtigsten Merkmale ist, kann erst beim Aufspringen nutzbar werden. Bei der Schliessfrucht von *Galeola septentrionalis* also müsste er ohne Nutzen sein, und tatsächlich ist er bei derselben so reduziert, dass er nur als Überbleibsel betrachtet werden darf.

Das wahrscheinlichste Mittel für die Samenverbreitung dieser Pflanze sollten demnach Tiere wie Vögel, Hasen u.a. sein, die in der betreffenden Gegend üblich sind (vgl. Fig. 4 D).

(4) Samenkeimungsversuche.

Die folgenden Versuche für Samenkeimung blieben alle negativ (auf Agar- bzw. natürlichen Böden, nach Desinfektion der Samen mit Chlorkalk):—

i) Aussäen mit dem Pilzsymbiont.
ii) Aussäen in den verschiedenen (Zucker-, Hefe-Extrakt-, Bodenextrakt- und pH-) Böden.

iii) Aussäen nach der Kältebehandlung (Frost).
iv) Aussäen in der sauerstoffarmen Atomosphäre (Auspumpen).
v) Aussäen nach der „Wässerung“[1] mit und ohne Tierkohle (3-8 Monate).
vi) Aussäen nach Passieren des Vogeldarms (junger Hahn).

VI. Betrachtungen

(1) Öl und Tolypophagie

Weil der Spross des Chlorophylls entbehrt, müssen ihm Rohstoffe der Nahrung aus dem symbiotischen Pilze, *Armillaria mellea*, zur Verfügung stehen[2]. Die ihm erreichbaren organischen Quellen sind zumeist folgende (S. 186) :—

i) Aminosäure und Zucker (erste Stufe von Verdauung),
ii) Öl (zweite Stufe von Verdauung),

von denen die Aminosäuren und Zuckerarten schon anerkannt worden sind (S. 165), während über das Öl, das auch als unmittelbares Verdauungsprodukt zu betrachten ist, noch keine nähere Angabe vorhanden ist. Die Möglichkeiten dafür sind wie folgt :—

1°. Die erste Stelle seines Auftretens ist dicht um den Verdauungsklumpen herum, so als ob das Öl aus dem Pilz bei der Verdauung ausgeschieden worden sei (Fett-Degeneration? S. 177; 186, Fig. 18b).
2°. In den von Verdauungsklumpen freien Teilen ist das Öl viel spärlicher (S. 190, Fig. 22; ausschliesslich des Reserveöls S. 177). Auch zieht das Öl allmählich von denjenigen Zellen fort, die die Verdauung vollendet haben (Klumpenrest S. 186, Fig. 18c).
3°. Bei anderen Mykorrhizenpflanzen, welche des Reserveöls entbehren, fehlt jedoch das Verdauungsöl nicht (S. 177).
4°. Die Verschiebung der Lokalisation gibt uns den Eindruck, dass das verdaute Öl transportiert wird (zur Wurzelbasis bzw. zum Schleimgang; S. 181, 190 und Fig. 22), usw.

Auf Grund dieser Befunde unterliegt es keinem Zweifel mehr, dass eine engere Beziehung zwischen der Verdauung und dem Öl vorhanden ist[3].

---

(1) Über den Effekt der „Wässerung“ s. BURGEFF 1936; ihm gelang die Keimung von *Galeola* sp., obgleich diese bald durch den (eigenen?) Pilz zugrundegegangen ist (Ausbalancierung? vgl. S. 204).

(2) Über die anorganischen Stoffe und das Wasser vgl. S. 178; über die atomosphärische Stickstofffixierung usw. der höheren Pflanzen s. MCKEE, BURGEFF 1936.

(3) Über die leichte Wanderung des Öls durch Zellen vgl. z.B. YOUNG.

(2) Ektotrophe und endotrophe Mykorrhiza

Während bei der typischen Ektomykorrhiza des Baumes der Pilz ganz auf dem Baum parasitisch ist, indem er den Wirt der Aminosäure und des Zuckers beraubt (MASUI 1927), ist *Galeola septentrionalis* umgekehrt auf dem Pilze parasitisch, indem sie ihn bei der ersten Stufe der Verdaung der Aminosäure und des Zuckers und bei der zweiten Stufe derselben weiter des Öls beraubt.

(3) Reaktionsverschiedenheit von *Gastrodia elata* und *Galeola septentrionalis* gegen den Pilzsymbiont, *Armillaria mellea*

Nach KUSANO und meinen Kulturversuchen (S. 170 ff.) ist *Armillaria mellea* der Pilzsymbiont von *Gastrodia elata*, wie auch von *Galeola septentrionalis*. Beide Pflanzen zeigen jedoch in ihrer Reaktionsfähigkeit folgende Kontraste (s. Tab. XV) :—

Sehr interessant ist es, hierbei zu bemerken, dass die beiden Wirte gegen einunddenselben Pilz[1] Holzreaktion bzw. Röhrentüpfelbildung aufweisen, ihn jedoch in ganz verschiedener Weise verdauen, wenngleich auch das Wirtsorgan verschieden ist[2].

(4) Betrachtung der Verdauung mit Bezug auf pH

Wie schon gezeigt, sind die angeblichen pH-Werte, welche ich durch Farbindikatoren gemessen habe, mit den Schwankungen des Eiweissgehaltes gleichlaufend (S. 186). Unter den verschiedenen Fehlern, die die pH-Messung mittels Farbindikatoren unvermeidlich begleiten, ist nun der Eiweissfehler am denkbarsten. Denn weil die Pilzgebilde, wie „Eiweisshyphe" (eingelagertes Knäuel), grossen „Eiweiss"-Gehalt haben (S. 183), so könnte dabei sehr wohl ein Fehler von ca. 1,0 hervortreten. Wenn dies wirklich der Fall wäre, so würden die Messungswerte, also die Farbveränderungen, soweit es sich um absolute Werte handelt, völlig sinnlos werden, ausser, dass sie irgendeine Zustandverschiebung anzeigten, welches diagnostisch einen Dienst leisten könnte (vgl. Wendephase, S. 165)[3].

Falls die gemessenen pH-Veränderungen jedoch zu Recht beständen, so würden die pH-Werte bei Tolypophagie und Ptyophagie, wenn auch der Wirkungsmechanismus noch ebensowenig bekannt ist, zum wesentlichen Kriterium werden müssen.

---

(1) Dass der Pilz von derselben Art ist, ist durch Kulturversuche sicher bestätigt worden.

(2) Bei *Nervilia aragoana* werden beide unterirdische Organe, Wurzel sowie Ausläufer, verpilzt (vgl. BURGEFF 1932, S. 47; auch BURGEFF 1909).

(3) Nach KOLTHOFF (1932) u.a. sollen die Eiweissfehler für jeden Farbstoff nich. immer dieselben sein, sondern bald eine positive, bald aber eine negative Verschiebung geben. Auch die Fehler durch Salz oder durch Dissoziationsgradverschiebung des gebrauchten Farbstoffes mit der Temperatur usw. sind noch nicht genau untersucht wordent

Nach ÚLEHLA und MORÀVEK (vgl. auch DEMETER) zeigte die Kulturhyphe von *Basidiobolus* bei saurer Lösung (HCl, usw. auch H_2CO_3(1)) eine ausgeprägte „Plas-

TABELLE XV. Vergleich von *Galeola septentrionalis* mit *Gastrodia elata*.

	Gastrodia elata (vgl. KUSANO, Plate III 17)	*Galeola septentrionalis*
Verpilzungsorgan	Rhizom	Wurzel
Verpilzung	durch Rhizomorpha	durch Rhizomorpha od. Hyphe
Form des Pilzes im Wirtskörper	erste Region [1]......Knäuel zweite Region [1] ....pseudo-parenchymatisch dritte Region [1] ....Hyphe (Plasmoptyse)	a-Schicht [2]......Hyphe od. pseudo-parenchymatisch b-Schicht [2] .....Rhizomorpha od. Hyphe echte Rinde ....Knäuel-Klumpen
Verholzung der Wirtsmembrane	erste Region	Epidermis, Aussenrinde, Exodermis (bei anomaler Verpilzung auch echte Rinde)
Bildung von Röhrentüpfeln	erste Region, (dritte Region)	Epidermis, Aussenrinde, (Exodermis; bei anomaler Verpilzung auch echte Rinde)
Bräunung der Zellen	—?	Epidermis, Aussenrinde, (Exodermis)
Bildung von Kalkoxalatkristallen	”	” ”
Deformation der Zellkerne	(erste Region), dritte Region	echte Rinde
pH	keine Erhöhung bei beiden Symbionten [3]	Erhöhung im Pilz (Wendephase)
Hauptreserve	Stärke	Aussenrinde .... (Eiweiss) echte Rinde .... Stärke
Verdauungssubstanz	?	Aminosäure, Zucker, Öl

1) vgl. KUSANO S. 13–14.
2) vgl. S. 168.
3) Nach meinen Messungen (24. Nov. 1937) betrug das pH sowohl des Wirtes als auch des Pilzes in der Plasmoptysenschicht (dritte Region von KUSANO) usw. immer ca. 4,8; bei *Gastrodia nipponica* (11. Sept. 1938) ca. 4,1 (Wurzelzelle mitsamt dem Pilz) und ca. 5,4! (Rhizom, unverpilzt).

(1) So würde das pH 4,8 bei *Gastrodia elata* für die Plasmoptyse schon ausreichend sein (Tab. XV), wenngleich wir für Nichtplasmoptysierbarkeit der Hyphe in anderen Geweben wie der „ersten Region“ oder in denen von *Galeola septentrionalis*, welche fast denselben pH-Wert tragen (Tab. X), noch andere Bedingungen voraussetzen müssen. Man könnte sich auch zwischen der Tolypophagie und Ptyophagie einige Übergangsformen denken, z.B. bei denjenigen Fällen, in denen die eingedrungenen Hyphen kaum deformiert werden oder sich kaum zu Knäulen bilden wie die der Baummykorrhiza.

moptyse"[1]. Durch niedriges pH könnte allerdings irgend eine Modifikation im Pilzmembran stattfinden, was bei Ptyophagie oft vorkommende ,,Vesikel", ,,Arbuscules", ,,Sporangioles", ,,Ptyosomen" usw. zur Folge haben dürfte[2].

Bei der Tolypophagie wird dagegen, wie schon erwähnt, das pH nicht im Zellsaft, sondern in den Pilzgebilden erhöht, und zwar gleichlaufend mit dem Eiweissgehalt[3].

Welche Rolle dann das hohe pH in den Hyphen beim Einlagerungsprozess, bzw. bei der Zerlegung der Eiweisstoffe usw. spielt, ist heute noch unklar.

(5) Hemmungssubstanz im Wirte ?

Wie vorher hervorgehoben, wird die intraradicale Rhizomorpha stets ausserhalb der Exodermis zurückgehalten, welche dabei mit der Verholzungsreaktion antwortet (S. 169). Ob aber dieser Abwehrvorgang allein für das Zurückhalten, bzw. gegen das Eindringen, schon ausreichend ist, bleibt zweifelhaft, wie es auch THOMAS (S. 207 ff.) beim Baum (Korkreaktion) geäussert hat. Die Vermittlung der Hemmungssubstanz (vgl. THOMAS, NEGAR) ist aber dabei nicht wahrscheinlich, da die Verteilungsdifferenz solch eines Stoffes in den Aussen- und echten Rinden schwer denkbar ist, obgleich das pilzfreie Rhizom und die junge Wurzel etwas von der Existenz dieses Stoffes andeuten.

Die Sauerstoffversorgung scheint hingegen viel wichtiger zu sein. Denn die Rhizomorpha von *Armillaria mellea* bedarf der besonders reichlichen Sauerstoff-Zufuhr (vgl. REITSMA) und zwar geht dieselbe in die Aussenrinde durch die ,,Lentizellen" (S. 157)[4] ziemlich leicht vor sich, während ihr das Eindringen in die echte Rinde infolge der sofortigen Verholzung der Exodermis, mit Ausnahme der leitenden Hyphen, schwer gemacht wirt (Taf. II 1). Der Widerstand der Exodermis könnte natürlich auch dabei beteiligt sein.

Dass die Sauerstoff-Zufuhr für das Wachstum der Rhizomorpha sowie für die Knäuelbildung massgebend ist, ist auch bei den Kulturkolben zu erkennen. Auf dem Filtrierpapier, welches an der Oberfläche der Kulturflüssigkeit schwimmen gelassen wurde, wird die Rhizomorpha gut gebildet, während in der Flüssigkeit kaum welche wächst, mit Ausnahme von Myzel, das kümmerlich in die Flüssigkeit hineinwächst und sich wie das ,,Knäuel" in der Wirtszelle knäuelt.

Wie oben gezeigt, ist das Wachstum des Pilzes in den echten Rindenzellen (PVS) nicht gesund, sodass er die Rhizomorpha nicht mehr bilden kann und endlich verdaut wird. Die Ungesundheit lässt sich aber auch in der Aussenrinde selbst (PWS)

(1) Ist dabei die geringe Konzentration der Lösung von Mitwirkung ?

(2) Auch könnte bei der Tolypophagie eine Veränderung des Membranstoffes seitens des Pilzes auftreten (S. 165, 180).

(3) BURGEFF (1932, 1936) zeigte, dass bei der Tolypophagie nur das pH des Wirtszellsaftes erhöht wird (vgl. S. 166). Er meinte dabei, dass der Wirt durch diese pH-Erhöhung aktiv den Pilz verdaue.

(4) Unter den Lentizellen sehen die Gewebe sehr locker aus.

schon etwas erkennen, da dort oft die Kalkoxalatkristalle gebildet werden, welche nur in schlechten Nährböden entstehen (S. 172)[1].

(6) Pilz als Konservator

(i) Die Aussenrinde der Orchideenwurzel dient bei den epiphytischen Arten als Velamen für Wasserabsorbtion und Wasseraufspeicherung. Bei Erdorchideen dagegen besitzt sie, wenn sie auch vorhanden ist, keine auffallende Aufgabe, und pflegt meistens nach der Verpilzung durch eingedrungene Pilze zerstört zu werden (vgl. BURGEFF 1932).

Bei *G. septentrionalis* ist die intraradicale Rhizomorpha in diese Gewebe gestellt, die als Pilzwirtsschicht (PWS) dienen[2]. Als Folge davon muss aber der Wirt all die Stoffe und den Leib genannter Schicht dem Pilze opfern. Ist dieses Opfer nun für den Wirt nicht vorteilhaft? Denn die Aussenrinde, welche, einmal gebildet, keine Aufgabe mehr hätte und nicht mehr als Nahrungsquelle dienen würde, könnte doch dem Wirte wieder nutzbar gemacht werden, wenn sie durch den Pilz zersetzt und absorbiert würde.

Dieser Vorteil würde bei *G. septentrionalis* um so grösser sein, als sie starke intraradicale Rhizomorphen besitzt. Bei grünen Orchideen, bei denen die zersetzende Wirkung des Pilzes sehr gering zu sein pflegt, ist der „Vorteil" auch geringfügig.

(ii) Die sofortige Stärkeauflösung bei der Pilzbesiedlung in der Pilzverdauungsschicht wird bei dieser Pflanze auch beobachtet, ohne dass man jedoch schon entscheiden kann, ob die gelösten Stoffe wirklich durch den Pilz absorbiert werden oder nicht (vgl. S. 176). In der nachfolgenden Phase wird allerdings die eiweissartige Substanz in dem Pilzgebilde (eingelagertes Knäuel) gesammelt, was den Schluss möglich macht, dass die aufgelöste Stärke (also Zucker ?) für diese Eiweissbildung als nötiger Bestandteil gebraucht wird (vgl. z.B. McKEE)[3]. Durch diese Vorbereitung der Stärke müsste allerdings die Eiweissbildung viel leichter vor sich gehen können, als all ihre Bestandteile von dem Pilze zu erwerben.

(iii) Aus (i) und (ii) kann man ersehen, dass die Stoffbewegung zwischen beiden Symbionten bei *Galeola*-Mykorrhiza, überhaupt bei der

---

(1) Der ausführliche Bericht über diese folgt noch. Bei Nährböden handelt es sich bei dieser Kristallbildung um das gegebene N:C Verhältnis (über Pepton: Glukose ca. 1:4, wo die Entwicklung der Rhizomorpha schon herabzusinken anfängt.

(2) Bei anderen Arten dienen im allgemeinenen einige echte Rindenzellen als unvollkommene PWS (vgl. BURGEFF 1936).

(3) So sollte man die Zuckerverdauung, welche die Zerlegung von diesem Eiweiss voraussetzt (S. 186; auch vgl, S. 195 Anm.), nicht als C-Zunahme auffassen. Die Öl-Verdauung ist hingegen für die C-Zunahme bedeutsam, besonders bei Holomykotrophen, weil bei diesen die Stärke selbst auch dem Pilze zu verdanken ist.

Mykorrhizensymbiose, nicht gerade immer in Richtung Pilz → Wirt, sondern auch in umgekehrter Richtung statthaben kann, und dass vielmehr diese „Oscillation" des Austausches für den Wirt vorteilhaft ist; denn dann wäre der Wirt imstande, den Pilz als seinen Konservator mit der Aufgabe des Nebengeleises in der Fabrik „Mykorrhiza", d.h. als eines der Kettenglieder seines Stoffwechsels, zu benutzen.

Es braucht nicht dieselbe Substanz, die der Wirt dem Pilze einmal anvertraute, zu ihm zurückzukehren, sondern es genügt schon, dass die anvertraute Substanz jedesmal zurückkehrt, wenn der Anspruch des Wirtes, also wenn das Potential des Wirtes im Vergleich zu dem des Pilzes, erhöht wird. Und für das Zustandekommen dieser Potentialdifferenz zwischen beiden Symbionten müssen die äusseren Bedingungen, wie Bodentemperatur usw., eine grosse Rolle spielen (vgl. unten). Es unterliegt keinem Zweifel, dass der Wirt, indem er die ihn umgebenden Bedingungen gut benutzt, den Pilz glücklich für seine Partei gewonnen hat.

Die Zunahme vom Reserveeiweiss in inaktiven Zeiten scheint, wie vorher hervorgehoben (S. 192), nicht immer eine Abnahme der Stärke und des Öls mit sich zu bringen.

(7) Bodentemperatur als Veranlasser der Potentialdifferenz zwischen beiden Symbionten.

Es ist eine unbestrittene Tatsache, dass in unserer Gegend die Besiedlung und die Verdauung periodisch regelmässig vor sich gehen. Es ist nämlich die Zeit Sommer bis Herbst, wo die Besiedlung am meisten stattfindet, während sich die Verdauung vom Herbst bis in den nächsten Sommer vollzieht (S. 167). Die Periodizität ist nicht nur auf *Galeola septentrionalis* beschränkt.

Weil unter allen äusseren Bedingungen die Schwankungen der Bodentemperatur am ausgeprägtesten sind(1), müssen es auch gerade diese sein, die die Periodizität der Verpilzung, Besiedlung bzw. Verdauung(2), d.h. die dirigierende Potentialdifferenz zwischen beiden Symbionten verursachen(3).

Betrachtet man die jahresperiodische Schwankung der Bodentemperatur, so zeigt das Maximum 22°C im August und das Minimum ca. 0°C im Winter (Fig. 24b). Das Wachstumsoptimum von *Armillaria mellea* soll nach bisherigen Untersuchungen um ca. 25°C liegen, während das der *Galeola*-Wurzel merklich tiefer zu sein scheint, wenngleich es noch an genauen Messungen fehlt(4). In den Sommerzeiten wird also der Pilz

(1) Beide Symbionten leben hauptsächlich im Bodeninneren.

(2) Beim Verdauungsprozess kann man 1) Einlagerung, 2) Abtötung, 3) Aminosäureverdauung (erste Stufe um Wendephase), 4) Öl-Verdauung (zweite Stufe bei Verdauungsklumpen II, S. 186 Anm.) unterscheiden.

(3) Natürlich gebührt es sich, dass z.B. bei epiphitischen Arten die jahresperiodischen Schwankungen z.B. der Luftfeuchtigkeit diejenigen der Bodentemperatur ersetzen, usw.

(4) Für Pilz vgl. S. 173; für Wirt z.B. die Konvergenzzeit von Hydratur 10–13°C, die Sprossungszeit (Mitte Juni) ca. 15°C.

über den Wirt die Oberhand haben. Es ist während dieser Zeit, wo die Verpilzung, das üppige Wachstum der intraradicalen Rhizomorpha und dann die Besiedlung mit Macht stattfinden(1). Die Bodentemperatur sinkt dann immer tiefer. Wenngleich die Besiedlungshyphe als Führer der Rhizomorpha in die echte Rinde eingedrungen ist, werden nun die Bedingungen der niederen Temperatur wegen zu schlecht für den Pilz, sodass er schliesslich der Verdauung anheimfällt (Herbst bis nächsten Frühsommer(2); dem gebildeten Klumpen(3) ist die Aminosäure schon nahezu ausgegangen, S. 186). Die Fett-Degeneration (Verdauungsklumpen II) geschieht danach im August. Dies ist also sozusagen das letzte Auspressen des Pilzkörpers. Der Klumpen wird kleiner und kleiner. Bald findet die zweite Besiedlung statt.

Diese Beziehung wurde in Fig. 25 (4) schematisch dargestellt. Bei Wp-Zeit vollzieht sich die Verpilzung, dann die Besiedlung; bei Ww-Zeit die Verdauung(4). Weil die Bodentemperatur die 22°C Linie nicht überschreitet (bei Kyoto), ist die Wp-Zeit im allgemeinen kürzer. Wäre sie zu lang oder zu kurz, so würde die Existenz von *Galeola* unzulässig werden. Ihre Standortsverhältnisse sind daher je nach ihrer geographischen Verbreitung verschieden. In der Nähe von ihrer Südgrenze (Kiushu, 32° n.Br.) ist sie in hohen Bergen zu finden, während man sie gegen ihre Nordgrenze (Hokkaido, ca. 44° n.Br.) in offenen, besonnten Ebenen antrifft(5).

Falls die Schwankung der Bodentemperatur so wie in Fig. 25 (3) vor sich geht, so wäre die Beziehung fast umgekehrt; in der temperierten Gegend stimmt diese mit (2) ganz überein, wo nur ein Parasitismus vorliegt, weil in unserer Gegend nur die linke Seite der Figur obwaltet. Die Beziehung (3) könnte aber in den Tropen eine „Symbiose" verwirklichen, wo die Verpilzung und Besiedlung bei niederer (Wp′), die Verdauung bei höherer Temperatur (Ww′) gestattet sein würden. Bei (1) hingegen, wo der Wirt dauernd die Oberhand gewinnt, kann keine Verpilzung mehr stattfinden(6).

---

(1) Die Besiedlung setzt als notwendige Vorbedingung ein üppiges Wachstum der intraradicalen Rhizomorpha voraus, und letzteres als solches eine Aktivierung des äusseren Pilzkörpers.

(2) Der Einlagerungsprozess geschieht während dieser Zeitspanne von der innersten Knäuelschicht beginnend und sich von einer nach der anderen allmählich nach auswärts weiterpflanzend; die Bedingung hierfür ist aber noch nicht erkannt. BURGEFF verglich diesen Prozess mit der Frucktkörperbildung des Pilzes, welche bei niederer Temperatur bzw. bei unzureichender Bedingung stattzufinden pflegt, wie der Hallimasch im Herbst herauswächst.

(3) Verdauungsklumpen I; S. 186 Anm.

(4) Fast ungeachtet vom Verdauungszustand der vorjährigen Besiedlung kann die folgende Wp-Zeit kommen, dann ergibt sich die „Frühbesiedlung" (S. 166, 168, 180). Im allgemeinen ist aber „übermässige" Besiedlung nicht vorhanden. Die Menge des Besiedelten ist mit der Länge der Ww-Zeit proportional (dies bedingt andererseits die „Symbiose").

(5) Natürlich muss man hierbei betreffs der beiden Symbionten dieselbe Rasse voraussetzen.

(6) Man könnte auch bei Fig. 25 (3) und (4) statt der Verschiebung beider Kurven, nur zeitweilige Erhöhung der relativen Aktivität von einem der beiden Symbionten, also die Änderung vom Neigungswinkel der Kurven, annehmen. Der Schluss ist aber fast derselbe.

Man könnte daher schliessen, dass die mykotrophe Symbiose hier notwendigerweise eines Temperaturwechsels bedarf, was eine notwendige, wenngleich nicht immer die hinreichende Bedingung zur Symbiose ist, ferner, dass es unmöglich sei, experimentell bei konstanter Temperatur beide Symbionten zur „konjunktiven Symbiose" zu bringen, oder eine Ausbalancierung zu erzielen.

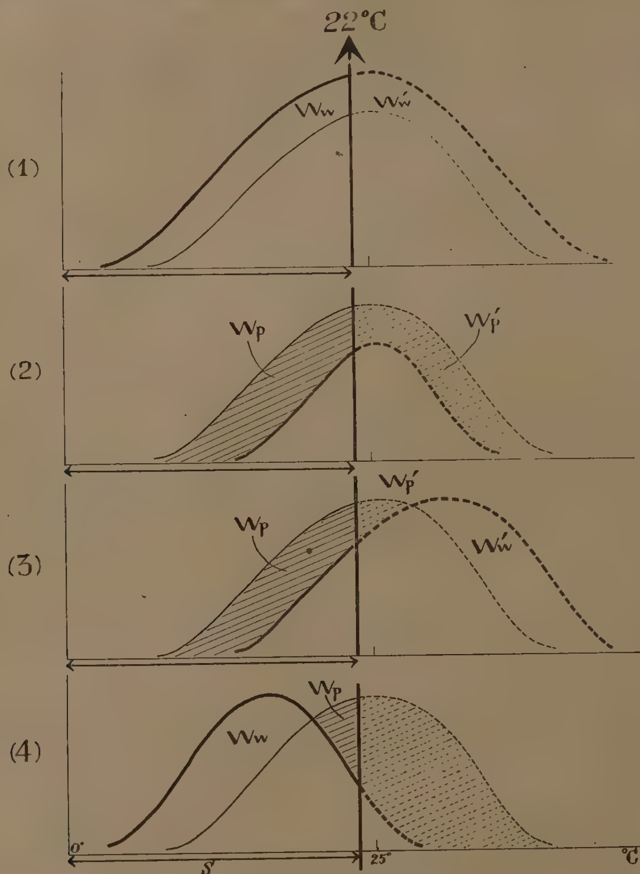


Fig. 25. **Schematische Darstellung der „Aktivitäts"-Kurven im Zusammenhang mit der Symbiose.** Dicke Kurve die Aktivitätskurve des Wirtes, feinere Kurve die des Pilzes; Abszisse Temperatur (25° Optimum-Temperatur für *Armillaria mellea*), Ordinate „Aktivität", die beim Wirte Widerstandsfähigkeit, Verdauungsvermögen, Abtötungswirkung usw., und beim Pilze Wachstum, Virulenz usw. vorstellen; aufrechte 22°C-Linie die Maximum-Bodentemperatur in der Kyoto-Gegend, Pfeil (S) Schwingungsbereich der Bodentemperatur. Ww Wirt überwiegend, Wp Pilz überwiegend.

Der Hallimasch kann sich natürlich als ,,Wurzelfäule" am Leben erhalten, während seitens des Wirtes bestimmte gegenseitige Verhältnisse unbedingt nötig sind, um so mehr, als er sich bemüht, einen Pilz von höchst parasitischer Natur auszubeuten.

Dass *Galeola altissima* so mächtige Höhe erreicht (S. 152), beruht auch wohl auf den gleichen Umständen, wenngleich ihr Pilzsymbiont noch nicht bekannt ist. Und überhaupt ist anzunehmen, dass bei allen holosaprophytischen Orchideen die normale Entwicklung erst durch harmonische Kombination oder durch ,,sorgfältige Verwendung arteigener" Pilzsymbionten erreicht worden ist(1).

Leider war der Fruchtkörper von *Armillaria mellea* noch nicht aus den Reinkulturen des symbiotischen Pilzes zu bilden. Aber alles, was ich bisher als *Armillaria mellea* beschrieben habe, könnte man mit dem Wort Rhizomorpha umsetzen, weil alle Eigentümlichkeiten von *A. mellea* gänzlich von Rhizomorpha vertreten werden.

VII. Zusammenfassung

(1) Die Gründe, dass *Galeola septentrionalis*, trotzdem die vom Pilz zur Verfügung stehenden Stoffe und die Verdauungsweise fast dieselben wie bei den grünen Orchideen sind, indem nämlich Aminosäure, Zucker und Öl durch Tolypophagie verdaut werden (S. 186), eine kolossale Grösse unter den Orchideen erreicht, lassen sich wie folgt zusammenfassen :—

I. Seitens des Pilzsymbiontes.
- (a) Das reichliche Rohmaterialangebot durch einen höchst zersetzungsfähigen Pilzsymbiont *Armillaria mellea* (S. 170 ff.).
- (b) Das wirksame Leitungsorgan, wie *Rhizomorpha subterranea* bzw. *Rh. subcorticalis* (S. 162, 163).
- (c) Das unmittelbare Eindringen derselben in die Wurzelgewebe (intraradicale Rhizomorphabildung, S. 161).

II. Seitens des Wirtes selbst.
- (d) Grosse Menge der Verdauungs- und Vorratsgewebe der Wurzel, die unter Umständen 5 m Länge erreichen kann (Tab. II).
- (e) Regelmässigkeit des Verdauungsprozesses, wie etwa bei einer wohlgeordneten Fabrik (S. 166).
- (f) Resorption der Aussenrinde vermittelst der Rhizomorpha (S. 201 ff.).
- (g) Absendung von Such-Rhizomorpha aus der intraradicalen Rhizomorpha nach neuen Substraten (S. 164).

(1) Über ,,Spezifität" und Natur der Pilzsymbionten bei Holosaprotrophen vgl. BURGEFF 1936.

(2) Der Pilzsymbiont ist derselbe wie der von *Gastrodia elata*. Hier ist aber die intraradicale Rhizomorpha nicht gebildet und die Verdauungsgewebe sind nicht sehr massenhaft. Der auffallende Unterschied von *Gastrodia* gegenüber *Galeola* ist ferner ihre Verdauungsweise innerhalb der Phagozyten: sie ist nämlich ptyophag bei *Gastrodia*. Die Verdauungsweise ist also selbst bei demselben Pilz je nach dem Wirt verschieden.

(3) Es gibt eine ziemlich regelmässige Verdauungsperiodizität. Die Pilzbesiedlung in der Pilzverdauungsschicht (echte Rinde) findet während Sommer-Herbst, die Verdauung vom Herbst bis zum nächsten Sommer statt. Diese Periodizität ist durch die Schwankungen der Bodentemperatur zu erklären (S. 202 ff.)

(4) Als Reaktion des Wirtes gegen den Pilz seien genannt:—Verholzung und Röhrentüpfelbildung in der Aussenrinde und Kern-Deformation der Phagozyten (S. 168 ff.)

(5) Bei der Verdauung des Pilzknäuels gibt es betriffs des pH-Wertes eine Wendephase, wobei der Hyphenklumpen ein pH-Maximum (pH ca. 6,2) aufweist; dieser Phase folgt die Verdauung. Dies ist auch bei vielen anderen Orchideen der Fall (S. 165–166).

(6) Unter den Reservestoffen nehmen die Stärke und das Öl in den aktiven, und das Eiweiss in den inaktiven Zeiten zu (Fig. 20–22).

(7) Bei den unterirdischen Teilen (Wurzel und Rhizom) konvergieren die Hydraturkurven bei den beiden kardinalen Zeiten, wo sich die Pflanze im Übergang von Inaktivität zur Aktivität und umgekehrt befindet, wobei die Bodentemperatur 10–13°C beträgt (Fig. 23, 24).

VIII. Literatur

Asaï, T., 1934, Ü. d. Vorkommen u. d. Bedeut. d. Wurzelpilze usw. Jap. J. Bot. **7**.

Bavendamm, W., 1927, Neue Untersuchungen ü. d. Lebensbedingungen holzzerstörender Pilze. Ein Beitrag z. Immunitätsfrage. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. **45**.

——, 1928, ,, ,, Ein Beitrag z. Frage d. Krankheitsempfänglichkeit unserer Holzpflanzen usw. I. Gasversuche. Zentbl. f. Bak. Abt. 2. **75**.

——, 1936, Erkennen, Nachweis u. Kultur d. holzverfärbenden u. holzzersetzenden Pilze. Handb. biol. Arbeitsmethod. (Abderhalden), Abt. XII. T. 2. H. 7 (Lief. **457**).

Benecke-Jost, 1923/24, Pflanzenphysiologie. Jena.

Bernard, N., 1904, Rev. gén. Bot. **16**.

Borriss, H., 1936, Ü. d. Wesen d. keimungsfördernden Wirkung d. Erde. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. **54**.

Bose, S. R., 1928/31, Biologie of Wood-rotting Fungi usw. J. Linn. Soc. Lond. **48**.

Bothe, F., 1931, Ü. d. Leuchten verwesender Blätter u. seine Erreger. Planta **14**.

Brewig, A., 1936, Beobacht. ü. d. Einfluss d. Spross-Saugung auf d. Stoffdurchlässigkeit d. Wurzel. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. **54**.

BULLER, A. H. R., 1909/24, Researches on Fungi. I–III. London.
BURGEFF, H., 1909, Die Wurzelpilze d. Orchideen. Jena.
———, 1932, Saprophytismus u. Symbiose, Jena.
———, 1934, Pflanzliche Avitaminose u. ihre Behebung durch Vitaminzufuhr. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. **52**.
———, 1936, Samenkeimung d. Orchideen, Jena.
BUTKEWITSCH, WL., 1903, Umwandlung d. Eiweissstoffe durch d. niederen Pilze usw. Jahrb. f. wiss. Bot. **38**.
CAMPBELL, A. H., 1934, Zone Lines in Plant Tissues. II. The Black Lines formed by *Armillaria mellea*. Ann. appl. Biol. **21**.
CARTWRIGHT, K. ST. G. & FINDLAY, W. P. K., 1934, Stud. in the Physiology of wood-destroying Fungi. II. Ann. Bot. **48**.
CLARK, W. M., 1928, The Determination of H-Ions. Baltimore.
CLEMENTS & SHEAR, 1931, The Genera of Fungi. New York.
COONS, G. H., 1916, Factors involved in the Growth and Pycnidium Formation usw. J. Agr. Res. Washing. **5**.
CZAPEK, F., 1899, Z. Biolog. d. holzbewohn. Pilze. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. **17**.
DEMETER, K., 1923, Ü. „Plasmopytysen“-Mykorrhiza. Flora **116**.
DÖRING, B., 1935, D. Temperaturabhängigkeit d. Wasseraufnahme u. ihre ökolog. Bedeut. Ztschr. f. Bot. **28**.
ENGLER-PRANTL, 1928, Nat. Pflanzenfam. 2. Aufl. **6**. Leipzig.
ENSER, K., 1936, Unters. ü. d. Umwandl. höherer Fettsäuren in Kohlehydrate usw. II. Jahrb. f. wiss. Bot.**82**.
FINET, A., 1900, Les Orchidées du Japon. Bull. Soc. Bot. Fr. **47**.
FLEISCHER, E., 1929. Z. Biolog. feilspanförmiger Samen. Bot. Arch. **26**.
FRANK, B., 1888, Ü. d. physiologische Bedeut. d. Mycorhiza. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. **6**.
———, 1891, Ü. d. auf Verdauung v. Pilzen abzielende Symbiose d. mit endotroph. Mykorhizen begabten Pflanz. usw. Ebenda **9**.
FRANCKE, H.-L., 1934, Beitrag z. Kennt. d. Mykorrhiza v. *Monotropa*. Analyse u. Synthese d. Symbiose. Flora **129**.
FREELAND, R. O , 1936, Effect of Transpiration upon the Absorp. and Distrib. of mineral Salts in Plants. Amer. J. Bot. **23**.
FREY-WYSSLING, A., 1935, D. Stoffausscheidung d. höheren Pflanzen. Berlin.
FUCHS, A. & ZIEGENSPECK, H., 1924, Aus d. Monograph. d. *Orchis* usw. V. Die Pilzverdauung d. Orchid. Bot. Arch. **6**.
GASSNER, G. & FRANKE, W., 1935, Einige Versuche ü. d. N-Haushalt lichtkeimender Samen usw. Ztschr. f. Bot. **28**.
GÄUMANN, E., 1926, Vergleich. Morpholog. d. Pilze. Jena.
GERLOFF, U., 1936, Beitr. z. Kennt. d. Zusammensetz. fetter Öle in versch. Teilen einer Pflanz. Planta **25**.
GERM, H., 1934, Ü. d. Mykorrhizaprotoplasten d. Orchid. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. **52**.
GRONER, M. G., 1936, Amino-N and reducing Sugars of green and chlorophyll-deficient Types of Maize. Amer. J. Bot. **23**.
GROOM, P., 1895/97, Contributions to the Knowledge of Monocot. Saprophytes. Journ. Linn. Soc. Bot. London. **31**.
HARTIG, R., 1873, Vorläuf. Mittheilung. ü, d. Parasitismus v. *Agaricus melleus* u. dessen Rhizomorphen. Bot. Ztg. **31**.
ISHIBE, O., 1935, The Seasonal Changes in Starch and Fat Reserves of Some Woody Plants. Mem. Coll. Sci. Kyoto. B. **11**. No. 1.
IWANOFF, L., 1901, D. Auftreten u. Schwinden v. Phosphorverbind. in d. Pflanz. Jahrb. f. wiss. Bot. **36**.

JAHN, E., 1934, Die peritrophe Mykorrhiza. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. **52**.
JANSE, J. M., 1897, Les Endophytes radicaux de quelques plantes Javanaises. Ann. Jard. Bot. Buit. **14**.
JOHOW, F., 1885, D. chlorophyllfreien Humusbewohner West-Ind. usw. Jahrb. f. wiss. Bot. **16**.
———, 1889, D. chlorophyllfreien Humuspflanzen usw. Ebenda **20**.
KAUFMANN, F. H. O, 1934, Studies on the Germination of the Spores of cert. Basidiomycetae Bot. Gaz. **96**.
KERKIEHN, G., 1930, Ergänzende Beitr. z. Beurteilung d. Wasserdurchströmung einheimischer Orchid. Bot. Arch. **28**.
KING, G. & PANTLING, R., 1898, Ann. Roy. Bot. Gard. Calcutta. **8**.
KITAJIMA, K., 1930, Kulturversuche mit holzzersetzenden Pilzen (jap.). Ringyo-Siken-Hokoku. No. **30**.
KNIEP, H., 1911, Ü. d. Auftreten v. Basidien im einkernigen Myzel v. *Armillaria mellea.* Ztschr. f. Bot. **3**.
KNUDSON, L., 1922, Nonsymbiotic Germination of Orchid Seeds Bot. Gaz. **73**.
———, 1924, Further Observations on nonsymb. Germ. of Orchid Seeds. Ebenda **77**.
———, 1925, Physiolog. Study of the symb. Germ. of Orchid Seeds. Ebenda **79**.
———, 1927, Symbiosis and Asymbiosis relative to Orchids. New Phytolog. **26**.
KÖCKEMANN, A., 1934, Ü. eine keimungshemmende Substz. in fleischigen Früchten. Ber, d. Deutsch. Bot. Ges. **52**.
KOHNSTAMM, PH., 1901, Amylolyt., glycosidspalt., proteolyt. u. Zellulose lösende Fermente in holzbewohnenden Pilzen. B.B.C. **10**.
KOLTHOFF, I. M., 1932, Säure-Basen Indikatoren. 4. Aufl. Berlin.
KOTILA, J. E., 1929, A Study of the Biology of a new Sporeforming *Rhizoctonia, Corticium praticola*. Phytopath. **19**.
KUSANO, S., 1911, *Gastrodia elata* and its Symbiotic Association with *Armillaria mellea.* J. Coll. Agric. Tokyo. **4**.
KÜSTER, E., 1935, Die Pflanzenzelle. Jena.
LEONIAN, L. H., 1924, A Study of Factors promoting Pycnidium-formation in some *Sphaeropsidales*. Amer. J. Bot. **11**.
LOEW, O., 1892, Ü. d. physiol. Funktion. d. Ca- u. Mg-Salze in Pflanzenorg. Flora **75**.
MAGNUS, W., 1900. Studien an d. endotroph. Mycorrhiza v. *Neottia*. Jahrb. f. wiss. Bot. **35**.
MARTHALER, H., 1937, D. Stickstoffernährung d. Ruderalpflanz. Ebenda **85**.
MASUI, K., 1927, A Study of the Ectotrophic Mycorrhizas of Woody Plants. Mem. Coll. Sci., Kyoto Imp. Univ. B. **III**. 2.
McDOUGAL, D. T., 1899, Symbiotic Saprophytism. Ann. Bot. **13**.
McKEE, H. S., 1937, A Review of recent Work on the N-Metabol. of Plants. I. New Phytolog. **36**.
McLUKIE, J. & BURGES, A., 1932, Mycotrophism in the *Rutaceae*. I. Proc. Linn. Soc. New South Wales **57**.
MELIN, E., 1925, Unters. ü. d. Bedeut. d. Baummykorrhiza. Jena.
———, 1936, Method. d. exper. Unters. mykotroph. Pflanzen. Handb d. Biolog. Arbmeth. Abt. XI. T. 4. H. 6. (Lief. **455**).
MICHLIN, D. & IVANOW, N., 1936, Ü. d. Herkunft d. Harnsäure usw. Planta **25**.
MOLISCH, H., 1912, Leuchtende Pflanz. Jena.
———, 1923, Mikrochemie d. Pflanz. Jena.
MOSTAFA, M. A., 1938, Mycorrhiza in *Tropaeolum* and *Phlox*. Ann. Bot. N.S. **2**.
MÜLLER, D. & LARSEN, P., 1935, Analyse d. Stoffprodukt. bei N- u. K-Mangel. Planta **23**.

NAGATOMO, S., (1931), Mikrochemische Tragweite d. Ninhydrinreakt. Bot. Inst. Kyoto Imp. Univ. (unveröffent).

NEGER, F. W., 1913, Biologie d. Pflanz. Stuttgart.

NĚMEC, A. & KVAPIL, K., 1927, Ü. d Einfluss verschied. Waldbestände auf d. Gehalt u. d. Bildg. v. Nitraten in Waldböden Ztschr. f. Forst- u. Jagdw. **59**.

OHTSUKI, T., 1937, Stud. ü. „*Cremastra*mannan", usw. Acta Phytoch. **10**.

———, 1937, Unters. ü. d. *Bletilla*mannan, usw Ebenda **10**.

ONKEN, A. VON, 1922, Ü. d. Bedeut. d. Milch- u. Schleimsaftes f. d. Beseitig. d. überschüssig. Ca usw. Bot. Arch. **2**.

PAECH, K., 1935, Ü. d. Regulation d. Eiweissumsatzes u. ü. d. Zustand d. proteolytischen Fermente usw. Planta **24**.

PFEFFER, W., 1897, 1904, Pflanzenphysiologie. 2. Aufl. I, II. Leipzig.

PIRSCHLE, K., 1930, Nitrate u. Ammonsalze als N-Quellen f. höhere Pflanz. bei konst. H-Ionkonz. Planta **9**.

PRINGSHEIM, E. G., 1936, Das Rätsel d. Erdabkochung. B.B.C. A. **55**.

QUEDNOW, K. G., 1930, Beitr. z. Frage d. Aufnahme gelöst. Kohlenstoffverb. durch Orchid. usw. Bot. Arch. **30**.

RAYNER, M. C., 1926/27, Mycorrhiza. New Phytolog. **25**, **26**.

REITSMA, J., 1932, Stud. ü. *Armillaria mellea*. Phytopath. Ztschr. **4**.

ROBERG, M., 1936, Beitr. z. Biolog. v. Azotobacter. III. Jahrb. f. wiss. Bot. **83**.

SHIBATA, K., 1902, Cytolog. Stud. ü. d. endotroph. Mykorr. Ebenda **37**.

SMALL, J., 1929, H-Ion Concent. in Plant Cells and Tissues. Protopl. Monog. **II**. Berlin.

SOLEREDER, H. & MEYER, F. J., 1930, Systemat. Anat. d. Monocotyl. **6**. Berlin.

SPRAU, F., 1937, Beitr. z. Mykorrhiz.-frage. Die Fruktifik. eines *Orchis* isolierten Wurzelpilzes, *Corticium* usw. Jahrb. f. wiss. Bot. **85**.

STAHL, E., 1900, Der Sinn d. Mycorhizenbildung. Ebenda **34**.

THOMAS, H. E., 1934, Stud. on *Armillaria mellea* J. Agr. Res. Washing. **48**.

TUNMANN-ROSENTHALER, 1931, Pflanzenmikrochemie. Berlin.

ÚLEHLA, V. & MORÀVEK, V., 1922, Ü. d. Wirkung v. Säuren u. Salzen auf *Basidiobolus ranarum*. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. **40**.

WALTER, H., 1931, Hydratur d. Pflanz. Jena.

——— & WEISMANN, O., 1936, Ü. d. Gefrierpunkte u. osmot. Werte lebender u. toter pflanz. Gewebe. Jahrb. f. wiss. Bot. **82**.

WARIS (WARÉN), H., 1936, Ü. d. Ca-Bedürf. d. nied. Algen. Planta **25**.

WEEVERS, TH., 1916, Das Vorkommen d. Ammoniaks u. d. Ammonsalze in den Pflanz. Rec. Trav. Bot. Néerl. **13**.

WEISSFLOG, J., 1927, Unters. ü. d. angeb. Harnstoffanhäuf. in mykotroph. Pflanz. Planta **4**.

WEYLAND, H., 1912, Z. Ernährungsphysiolog. mykotroph. Pflanz. Jahrb. f. wiss. Bot. **51**.

WOLFF, H., 1927, Z. Physiolog. d. Wurzelpilzes v. *Neottia* usw. Ebenda **66**.

———, 1933, Z. Assimil. d. atmosphär. N durch d. Wurzelpilze v. *Coralliorrhiza innata* usw. Ebenda **77**.

YOUNG, P. A., 1935, Oil-Mass Theory of Petroleum-Oil Penetration into Protoplasma. Amer. J. Bot. **22**.

ZELLER, A., 1936, Unters. ü. d. Umwandlung höherer Fettsäuren in Kohlenhydr. usw. I. Jahrb. f. wiss. Bot. **82**.

ZIEGENSPECK, H., 1922, Lassen sich Beziehung. zwisch. d. Gehalte an Basen in d. Asche u. d. N-Gehalte d. Pflanz. aufstellen, die einen Rückschluss auf d. Ernährungsart u. d. Exkretion gestatten? Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. **40**.

———, 1935, Was bedingt d. Schwimmfähigk. d. Samen d. einheimischen Orchid. usw.? Bot. Arch. **37**.

Erklärung der Tafel I–II

Abkürzungen: Q.S. Querschnitt; L.S. Längsschnitt. Daten der Materialiensammlung in Klammern; Für die mikroskopischen Photographien wurde alles mit Ausnahme der Handschnitte mit schwacher FLEMMING'scher Lösung fixiert.

Tafel I

Fig. 1. Verbindung der *Galeola*-Wurzel (W) mit *Rhizomorpha subterranea* (Rh). Pfeile zeigen die Verbindungsstellen (16. Januar 1937, Kibuneyama, ca. 1:4,6).

Fig. 2. Die an der Oberfläche der Baumwurzel entlang kriechende *Galeola*-Wurzel (22. Sept. 1936, Kibuneyama, ca. 1:4,4).

Fig. 3. *Rhizomorpha subcorticalis*, die an einer Wurzel von *Cryptomeria japonica* anliegt und mit intraradicalen Rhizomorphen von *Galeola*-Wurzel in Verbindung stand (14. Okt. 1936, Kuramayama. ca. 3:5).

Fig. 4. Eine in den verrottenen Holzteil einer Wurzel von *Cryptomeria japonica* eingedrungene *Galeola*-Wurzel; der Holzteil sowie die eingedrungene Wurzel sind aufgeschnitten gezeigt; an der oberen Hälfte der Wurzel sind „Lentizellen" bemerkbar (22. Sept. 1936, Kibuneyama, ca. 2:3).

Fig. 5 und 6. Temporäre Verpilzung (Q.S., Safranin-DELAFIELDS Haematoxylin-Färbung, 60:1). Fig. 5. Anfangsstadium mit Haftorgan (schwarz) an der Oberfläche der Epidermis (1. Aug. 1933). Fig. 6 Endstadium mit Klumpenresten (schwarz) in der echten Rinde; Haftorgan schon herausgefallen; Exd Exodermis (24. Mai 1934).

Fig. 7. Ein grosses, etwa rhizomorpha-ähnliches, Haftorgan mit Führer-Hyphen an der eindringenden Spitze (18. April 1935; Färbung wie Fig. 5 und 6, 60:1).

Fig. 8. Das Leuchten (unten) vom *Galeola*-Symbiont (Mitte Stamm Kuramayama) und von *Armillaria mellea* (Links Stamm 15, Rechts 92; vgl. Tab. V); Kultur 10. Nov. 1937 (25°C); Photo: Belichtung (in der Dunkelkammer) 35 Tage (21. Dez. 1937–25. Jan. 1938; 10–25°C; Platte Agfa-Isochrom; Blende ca. F/10). Vergleichsphotographie (oben) vom 25. Jan. 1938; Links Kultur auf Sojasauce-, die anderen auf Kartoffel-Agar; ca. 2:5.

Fig. 9. Pilzstämme mit gebildeten Rhizomorphen in Sojasauce-Agar; die 3 Reagensgläser links enthalten *Galeola*-Symbionten (Stamm Kuramayama, Iwate und Kibuneyama; vgl. Tab. V), die 5 folgenden *Armillaria mellea* (Stamm 15, 90, 92, 105 und 94), dasjenige zur Rechten *Gastrodia elata*-Symbiont. Beim *Armillaria*-Stamm 15 ist die Rhizomorphabildung sehr schlecht (Dunkelkultur, 16. Aug.–18. Sept. 1938; 23–29°C, 1:2,6).

Tafel II

Fig. 1. Durchwachsen einer Rhizomorpha durch die Aussenrinde (Median-Längsschnitt). Einige Führer-Hyphen sind in die Wirtsgewebe vorausgeschickt (s. die schwarzen Längsflecke rechts oben). Pfeil Fortschrittsrichtung der intraradicalen Rhizomorpha; in den echten Rindenzellen einige lockere Pilzknäule (22. Januar 1934; Safranin-DELAFIELDS Haematoxylin-Färbung, 61:1).

Fig. 2. Ein Zweig der intraradicalen Rhizomorpha, die im Begriff ist, durch die Aussenrinde und die Epidermis auszudringen (25. Okt. 1934; Q.S., Färbung wie Fig. 1, 59:1).

Fig. 3. Besiedlung der Pilzhyphen in die echte Rinde (Anfangsstadium); intraradicale Rhizomorpha im Querschnitt, die mit schwarzer „Haut", „Markschicht" und „Markhöhle" versehen ist. a und b Aussenrinde (vgl. S. 168), Exd Exodermis (22. Januar 1934; Langwurzel-Mitte, Q.S., Färbung wie Fig. 1, 73:1).

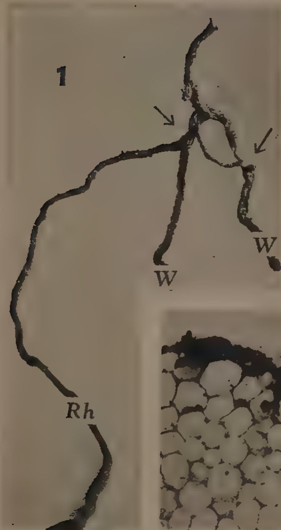
Fig. 4. Die vom Pilze ausgeschiedenen Kalkoxalatkristalle (22. Sept. 1936; Q.S. der Aussenrinde; Sudan-III-Färbung, 152:1; Handschnitt).

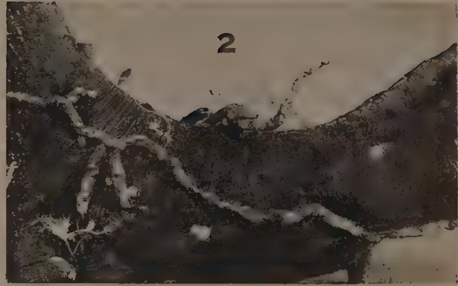
Fig. 5. Klumpenreste mit sehr dicken Aufhängehyphen (Konnektionshyphen); (24. März 1936; Langwurzel Nr. 6, Q.S., DELAFIELDS Haematoxylin-Magdalarot-Färbung, 146:1; Handschnitt).

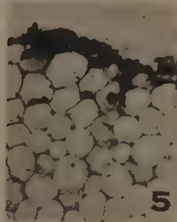
Fig. 6. Entwicklung der Schleimzelle am Vegetationsscheitel der Wurzel (eine Reihe von etwa doppelt grossen Zellen mit schwarz aussehenden Rhaphidenbüscheln und Zellkernen; L S, HEIDENHAIN-Haematoxylin-Färbung, 31:1).

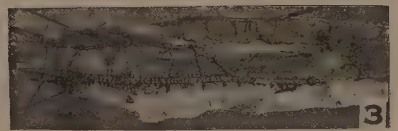
Fig. 7. Ninhydrinreaktion; eine bzw. einige sehr deutliche eingelagerte Knäuelschichten in der Mitte der echten Rinde (dunkel-violett gefärbt; auch Exodermis, Aussenrinde und Phloëm etwas violett gefärbt); die in der Aussenrinde hohlartig aussehenden, nicht gefärbten Flecke sind die intraradicalen Rhizomorphen; Knäuel- (äussere Hälfte) und Verdauungsklumpenschichten (innere Hälfte) sind nicht deutlich gefä bt (22. Sept. 1936, Kurzwurzel Nr. 2, Q.S., 8:1, Handschnitt).

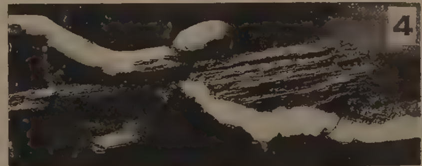
Fig. 8 und 9. Phagozyten mit wiederholter Pilzbesiedlung. Fig. 8 allgemeine Ansicht (Epidermis, Aussenrinde mit bandförmigen intraradicalen Rhizomorphen, darunter ei e Exodermisschicht mit etwas verdickter Aussenwand, dann die echte Rinde mit ca. 10 Zellschichten, von denen die obere Hälfte nur mit Knäulen, die untere im Zentrum des Knäuels mit Klumpenresten angefüllt ist (vgl. S. 167/8). Fig. 9 Knäuel oder eingelagertes Knäuel (obere Zelle) mit Klumpenresten und mit etwas deformiertem Zellkern. Zellplasma pseudoplasmolysiert (Q.S., Färbung wie Fig. 1; Fig. 8 Langwurzel 25. Okt. 1934, 30,4:1; Fig. 9 Kurzwurzel 9. Mai 1936, 152:1).

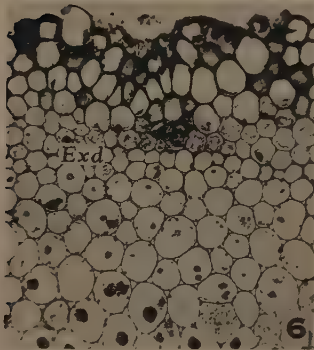

1
W
W
Rh

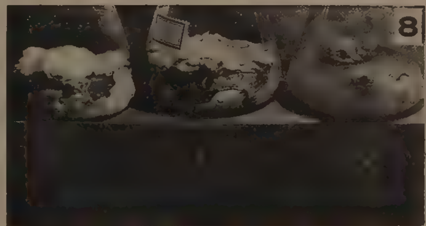

2

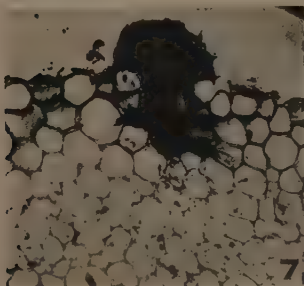

5

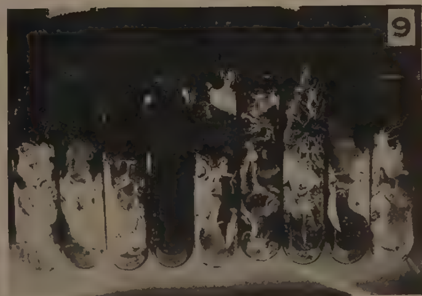

3


4


Exd
6

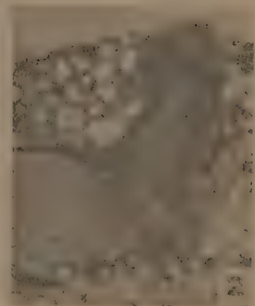

8


7


9

TAFEL II

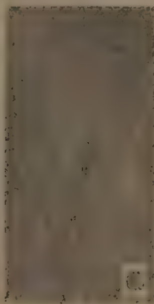










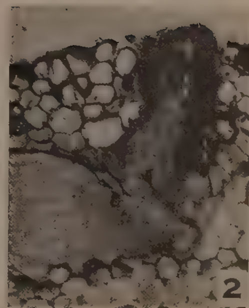


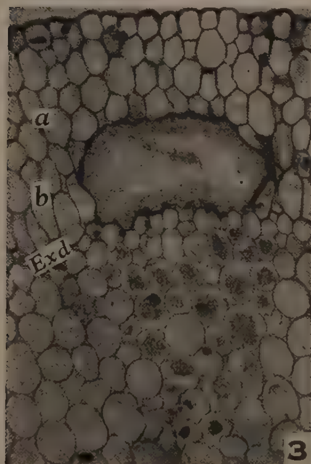




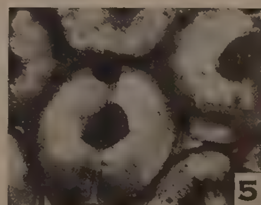



1

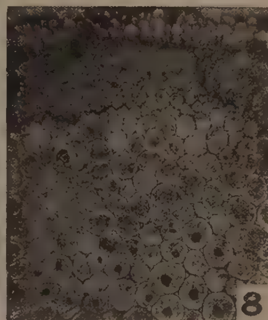

2


a
b
Exd
3

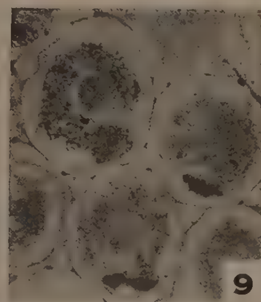

4


5


6


8


7


9

Explanation of Abbreviations adopted in the following Abstracts

Abbreviations	*Names of Journals*
A.PT.G.	Acta Phytotaxonomica et Geobotanica
A.PP.S.J.	Annals of the Phytopathological Society of Japan
A.S.	Agricultural Studies (Nôgyô Kenkyû)
B.M.T.	The Botanical Magazine (Tôkyô)
B.Ô.L.F.	Berichte des Ôhara Instituts für landwirtschaftliche Forschungen
B.Z.	Botany & Zoology (Syokubutu oyobi Dôbutu)
Cyt.	Cytologia
E.R.	Ecological Review
Jap. J.B.	Japanese Journal of Botany
J.J.G.	Japanese Journal of Genetics
J.F.A., H.I.J.	Journal of the Faculty of Agriculture, Hokkaido Imperial University
J. Jap. B.	Journal of Japanese Botany
J.S.T.A.	Journal of the Society of Tropical Agriculture
P.C.S.S.J.	Proceedings of the Crop Science Society of Japan
P.I.A.	Proceedings of the Imperial Academy
Sc. Rpts., T.BR.D.	Science Reports of the Tokyo Bunrika Daigaku. Section B
Sc. Rpts., T.I.U.	Science Reports of the Tôhoku Imperial University. IV. Series (Biology)
T.N.H.S.F.	Transactions of the Natural History Society of Formosa

Abstracts Nos. 1-117

(Referring mostly to the principal papers in Botany and allied subjects which have appeared in Japan during July–December 1938)

1. Ueber die Befruchtung und die ihr folgende erste Kernteilung bei *Sargassum*. Kôgorô ABE. (Sc. Rpts. T.I.U. **13**, 1938, 253–257, 1 Taf. u. 2 Textfig.).

Bei *Sargassum tortile* enthält jedes von aus dem Oogonium ausgestossenen Eier zahlreiche Chromatophoren und acht Zellkerne. Nach dem Eindringen der Spermatozoiden in das Ei gehen einige von acht Eikernen zu Grunde. Der Spermakern nähert sich dem einen Eikern und verschmilzt mit demselben an der Peripherie des Eies. Zwei Kernkörperchen sind jetzt im Eikerne zu beobachten, welche wahrscheinlich aus dem Sperma- und dem Eikern herstammen. Die nachfolgende erste Kernteilung findet sich dann in der Peripherie des Eies statt, niemals im Zentrum. Keine Zentrosomen wurden dabei gesehen. Bei dieser Teilung konnte der Verf. die Zahl der Chromosomen nicht ermitteln, sodass die Tatsache, ob die haploide Zahl 16 oder 32 sein mag, nicht entschieden werden kann. Es ist sicher, dass das Ei von *Sargassum* ein Verschmelzungsprodukt von acht Eiern ist, und zwar ein unvollständiges darstellt, insofern als das entleerte Ei noch acht Kerne enthält, im Gegensatz z. B. zu *Coccophora*, wobei das Ei nur einen einzigen Zellkern enthält.

2. Einfluss einiger nichtpathologischer Mikroben auf das Wachstum der Kulturpflanzen. Erster Bericht. Einflüsse einiger heterotrophischer Bakterien auf das Wachstum der Kulturpflanzen. (Mit japan. Zfg.). Hitosi ADATI. (J.S.T.A. **10**, 1938, 337–344, 4 Textabb.).

Der Verf. hat aus den verschiedenartigen Böden in Formosa 50 Arten heterotrophischer Bakterien isoliert. Der Effekt ihrer Impfung an den Böden gegenüber den dort kultivierten Pflanzen wurde studiert. Danach wirken 80% derselben günstig auf das Wachstum der Kulturpflanzen, besonders Mais. Dieser Effekt ist am Sandboden gut, nicht aber am Tonoder alkalischen Boden.

3. On the systematic anatomy of the leaves of some Japanese carices XVII. (Japanese with English résumé). Shigeo AKIYAMA. (B.M.T. **52**, 1938, 369–374, 3 text-fig. groups).

The anatomical difference of leaves of *Carex quadriflora* and *mira*, and also between *C. lanceolata* and *nanella* are studied.

4. Mikrochemischer Nachweis der Flechtenstoffe VIII–IX. Mitteilung. Yasuhiko ASAHINA. (J. Jap. B. **14**, 1939, 650–659, 14 Textabb., 767–773, 2 Textabb., 2 Taf.).

In den vorliegenden Fortsetzungen mikrochemischer Nachweismethoden der Flechtenstoffe, welche teilweise mit M. MITUNO zusammengearbeitet sind, sind die Reaktionen von Thamnolsäure (z. B. aus *Thamnolia vermicularis*, *Cladonia polydactyla* oder *digitata*), Baeomycessäure (z. B. aus *Thamnolia subvermicularis*), Salazinsäure (aus *Parmelia cetrata* oder *saxatilis*), Stictinsäure (aus *Lobaria pulmonaria*), Norstictinsäure (*Lobaria pulmonaria*, *Parmelia acetabulum*, *Usnea japonica*), Psoromsäure (*Alectoria sulcata*, *Cladonia alpicola*), Protocetrarsäure und Fumaroprotocetrarsäure (*Ramalina farinacea*) erwähnt. Alle obengenannte Säuren sind solche, welche mit aromatischen Basen (Anilin, Toluidin, Benzidin und Paraphenylendiamin) gelbe oder rote Kondensationsprodukte liefern. (VIII. Mitteilung).

In der IX. Mitteilung ist eine Methode zum Nachweis der Thamnolsäure gegeben. Die Hirtellsäure, welche ZOPF in *Usnea hirta, florida* und *dasypoga* und auch in *Hypogymnia obscurata* entdeckt und die Formel $C_9H_{18}O_{10}$ gegeben hat und welche nachher durch einige andere Autoren die neue Formel $C_{19}H_{16}O_{11}$ gegeben wurde, ist nach den chemischen Untersuchungen des Verfs. und von IHARA mit der Thamnolsäure identisch.

Weiterhin sind die Nachweismethoden von Zeorin (z. B. aus *Anaptychia speciosa*) und Bellidiflorin (aus *Cladonia belliflora*) erwähnt.

5. *Ramalina*-Arten aus Japan. Yasuhiko ASAHINA. (J. Jap. B. **14,** 1937, 721-730, 15 Textfig.).

Unter den *Ramalina*-Arten gibt es solche, welche morphologisch unter einander ganz identisch, doch chemisch verschieden sind, insofern als die darin enthaltenen Stoffwechselprodukte verschiedenartig sind. So z. B. sind *R. scopulorum, cuspidata* und *armorica* morphologisch voneinander kaum unterscheidbar, doch nach den Untersuchungen vom Verf. sowie anderer Autoren sind darin die Stoffwechselprodukte verschiedener Arten enthalten (z. B. Salazinsäure bei japanischer *R. scopulorum*, Cuspidatsäure bei *R. cuspidata*, Armorsäure und Armoricasäure bei *R. armorica* usw.).

Die folgenden *Ramalina*-Arten aus Japan sind genannt, wobei die respektiven chemischen Reaktionen hervorgehoben sind: *R. Almquistii, dilacerata, Roesleri, geniculata* und *subgeniculata*.

6. The anatomical observation of the embryo in the rice. (With Japanese résumé). Jukyu CHO. (B.M.T. **52,** 1938, 520-531+1 p., 2 pls. and 7 text-figs.).

In the rice plant studied by the author the oospore which becomes divided into 2-4 cells 24 hours after blossoming, is morphologically completed into an embryo 10 days after that, while the endosperm-cells are completed 4 days after blossoming. The scutellum covers the coleoptile and the young root, and encloses the so-called germination cavity, where the growing embryo lies and where the so-called door-tissue is situated near the tip of the coleoptile.

Concerning the morphology of the scutellum the author agrees with the opinion that the cotyledon is equal to the scutellum+the coleoptile.

7. Statistische Untersuchung über die Zahl der konjugierten Parastichen bei den schraubigen Organstellungen. (M. japan. Zfg.). Tetsuo FUJITA. (B.M.T. **52,** 1938, 425-433, 1 Textabb. u. 3 Tabellen, 449).

Die statistischen Studien des Verfs. über 504 Blütenpflanzenarten betreffend die Zahl der konjugierten Parastichen der schraubigen Organstellung haben die folgenden Resultate gegeben. Bei den Gymnospermen, nämlich, sind die Zeile 3:5, und bei den Angiospermen 2:3 am zahlreichsten vertreten. Bei den Blütenstellungen sind die Zeile 2:3 bei den Gymnospermen und 2:3 sowie 3:5 bei den Angiospermen am häufigsten anzutreffen.

8. Anthracnose of *Digitalis* caused by *Colletotrichum fuscum* LAUBERT. (Japanese with English résumé). Kazuo GOTO. (A.PP.S.J. **8,** 1938, 1-8, 4 text-figs.).

At first the symptom of the anthracnose of *Digitalis*, and also the character of the causal fungus are described in detail. The culture of some strains in agar medium will produce the acervuli with setae and conidia, while that of some others will give rise to mycelia only.

Hitherto four species of the anthracnose fungi became known, viz. *Gloeosporium Digitalis* E. ROSTR., *Collelotrichum fuscum* LAUBERT, *C. Digitalis* (E. ROSTR.) MOESZ, and *C. Digitalis* UNAMUNO. Among these *Gloeosporium Digitalis* E. ROSTR. is clearly different from the author's fungus, inasmuch as the former produces large dark-brown

maculae and lacks the setae, which are very conspicuous in the latter. The name *C. Digitalis* given by UNAMUNO is not legitimate, since it had been previously used by MOESZ. *C. Digitalis* by MOESZ approaches *C. fuscum* LAUBERT than *Gloeosporium Digitalis* E. ROSTR. The author is of the opinion that his fungus may be identified with *C. fuscum* and that *C. Digitalis* UNAMUNO is merely a synonym of the latter.

9. On the inheritance of flowering time in *Pharbitis Nil*. (With Japanese résumé). Tokio HAGIWARA. (J.J.G. **14**, 1938, 106-116, 3 text-figs.).

Regarding the flowering time of *Pharbitis Nil* the early and the late varieties may be distinguished. The author's cross experiments extending till the F_3 generation have proven that the behaviour of the hybrid between these two varieties is intermediate, and the F_2 segregation takes place in the ratio, 9 intermediate, 3 early and 4 late. It was concluded that concerning this phenomenon at least two pairs of quantitative genes should be engaged.

Some other factors which are concerned in the determination of the flowering time are pointed out.

10. Studies in the linkage group of genes concerning variegated leaves of *Pharbitis Nil*. (Japanese with English résumé). Tokio HAGIWARA. (J.J.G. **14,** 1938, 139-147).

To 12 genes which are contained in the linkage group concerning the variegated leaves of *Pharbitis Nil* and which were hitherto recognized the author has added 5 new genes. The latter are reported in this paper, and all these genes with their respective recombination percentages are enumerated.

11. On the linkage between a gene contracted and an inhibitor of white-margined flower in *Pharbitis Nil*. (Japanese with English résumé). Tokio HAGIWARA. (J.J.G. **14,** 1938, 153-158).

A fourth gene called white-margined 4 was detected besides three similar genes already known. The former is linked to the rangiku- as well as white flower factor, and the respective recombination percentages are given (28.5% and 33.3%).

Three duplicate genes for the inhibition of white-marginal characters which will lead to self-colour are found, of which the one is closely linked to contracted. Further, white flower is linked to contracted and side-reduced with the recombination percentages 44.4% and 41.8% respectively.

12. Blown and dwarf to be linked with contracted in *Pharbitis Nil*. (Japanese with English résumé). Tokio HAGIWARA. (B.M.T. **52,** 1938, 379-385).

The recombination percentages between several genes, blown – contracted, blown – dwarf, contracted – dwarf, dwarf – side-reduced, white flower – dwarf are given, and from such data the order of the genes just indicated on a chromosome is inferred.

13. Observationes ad plantas Asiae Orientalis (XVI). (With Japanese résumé). Hiroshi HARA. (J. Jap. B. **14,** 1938, 515-522).

The following new species are described: *Elatostema Yosiei, Cardamine kiusiana, Mitella Yoshinagae, M. Makinoi, Hemerocallis yezoensis.*

14. Preliminary report of the flora of Southern Hidaka, Hokkaido (Yezo) XXX-XXXVI. (With Japanese résumé). Hiroshi HARA. (B.M.T. **52,** 1938, 341-348, 386, 395-402, 446, 457-462, 498, 509-516, 554, 559-566, 608, 615-626, 659; **53,** 1939 17-22, 45).

The following new species are described: *Heleochar's yezoensis* HARA sp. nov., *Eriocaulon perplexum* SATAKE et HARA sp. nov.

In the concluding part of the series of his papers (I–XXXVI) the author gives a summary of his studies on the Hidaka flora. According to it the total number of species enumerated by him is 823, of which 23 should have been introduced from abroad. Among the remaining 800 species only 36 (= 4%) are endemic to Hokkaidô, and the greater majority (i.e. 725 = 91%) are common both to Hokkaidô and Honsyû (Nippon of the European authors), which, as the author thinks, is one of the proofs of their land connection in prehistoric times. In the last place an alphabetical index of the genera treated is given.

15. Specialization in *Sphaerotheca faliginosa* (SCHLECHT.) POLL. (Japanese with English résumé). Yoshio HASHIOKA. (A.PP.S.J. **8**, 1938, 113–123).

Through the inoculation experiments as well as the comparative studies of the morphological characters the specialization of *Sphaerotheca fuliginosa* into the following six biologic species was proven, viz.

A. Conidia 29 μ long (average)
  1. Parasitic on *Impatiens Balsamina*
B. Conidia 32 μ long (average)
  a. Conidia 18 μ wide (average)
    2. Parasitic on Cucurbitaceae
    3. Parasitic on *Lactuca indica* var. *dracoglossa*, etc.
  b. Conidia 20 μ wide (average)
    4. Parasitic on *Solanum Melongena*
    5. Parasitic on *Hibiscus mutabilis*
C. Conidia 36 μ long
  6. Parasitic on *Emilia sonchifolia*

16. Studies on the sclerotium disease of bananas. (Japanese with English résumé). Tokuzo HIRAI. (A.PP.S.J. **8**, 1938, 212–229, 3 text-figs.).

The author has performed the culture and the comparative studies of five strains of *Corticium centrifugus* (LÉV.) BRES. causing the sclerotium disease of bananas. According to the results of the author's experiments the strain isolated by him seems to be nearer to that from rocambole than that from white clover. Bananas are attacked by this fungus, either under wounded or unwounded condition. Optimum temperature for the germination of sclerotia lies between 24-36°C. The relative humidity higher than 97% is required for this process. Optimum temperature for the mycelial growth lies between 28-32°; it is considerably lowered at 20°, and almost no growth is seen at ±11°.

17. On the effect of the increase of light intensity on the shade leaves, with special reference to the carbon assimilation. (Japanese with English résumé). Keinosuke HIRAMATU. (E.R. **4**, 1938, 193–205).

In the *Sasa-kurilensis* community in Mt. Hakkôda Botanical Garden the undergrowth composed of various deciduous and evergreen shrubs and some herbs is found. In July 1935 this community was partly cleared away of *Sasa*, so that the undergrowth having lived under shade till then became suddenly exposed to intense direct sunlight. Shade leaves of deciduous as well as evergreen shrubs were discoloured soon after, though no leaves were found to fall off, except a few three-year-old ones.

As to the carbon assimilation of such shade leaves almost no difference was detected in cloudy weather, in comparison with that in leaves remaining under the original shady condition, but in sunny days, at about the noon, the assimilation shows the negative value in the

former. The transpiration is always lower in such leaves than in those remaining under the original condition, especially in sunny days. The decrease of the water content of leaves is more accentuated in leaves exposed to direct sunlight than in those under the original condition, and this is irrespective of the weather condition.

18. Miscellaneous notes on the East-Asiatic Uredinales with special reference to the Japanese species (IV). Naohide HIRATSUKA. (J. Jap. B. **14,** 1938, 558-563).

Uredo Tainiae, deutzicola, Luzulae, and *effusae* are described as new species.

19. Studies on the metabolism of some wood-destroying fungi. (With Japanese résnmé). Shigekatsu HIRAYAMA. (A.PP.S.J. **8,** 1938, 9–21).

Experiments were done on 3 species of *Fomes,* 5 of *Polyporus,* and 2 of *Polystictus,* of which the greater majority belongs to the so-called cellulose-dissolving fungi ("Destruktionspilze"), while some few are the lignin-dissolving ones ("Korrosionspilze"). They were cultured in nutrient media containing various C-sources, and experiments were executed for determining the intensity of their respiration in different cases, as measured by the quantity of CO_2 absorbed and O_2 evolved. Sugars, both hexoses and pentoses, were shown to be utilizable as the best C-sources by all fungi experimented upon. On the contrary, phenolic compounds are generally toxic for the fungal metabolism, especially severely so are the catechol, chinon, salicylic and benzoic acid. But there are some exceptions, thus though parahydroxyl-benzoic acid acts as a toxic against *Polyporus japonica* and *Schweinizii,* it may be efficiently used by *Polystictus sanguineus.*

The wood-destroying fungi are able to live through the anaerobic respiration, and it was experimentally shown that this kind of respiration takes place more intensely in the cellulose-dissolving fungi than in the lignin-dissolving ones.

20. Nuntia ad floram japoniae XXXVI. (With Japanese résumé). Masazi HONDA. (B.M.T. **52,** 1938, 517–520, 554–555).

The following new plants etc. contained in this paper are: *Rubus crategifolius* BUNGE var. *inermis* HONDA var. nov., *Platycodon glaucum* NAKAI form. *subsepalum* HONDA form. nov., *Disporum sessile* D. DON var. *dolicocarpus* HONDA var. nov., *Macleya cordata* R. BROWN var. *Thunbergii* HONDA comb. nov., *Hylomecon japonicum* PRANTL forma *palliflavens* HONDA form. nov., *H. lanceolatum* (YATABE) HONDA comb. nov., *H. dissectum* (FR. et SAV.) HONDA comb. nov. *Miscanthus miser* NAKAI is described in detail.

21. Ueber den Einfluss von Aussenfaktoren auf die Atmungs- und Assimilationsleistungen der Süsswasserpflanzen. (Mit japan. Zfg.). Kinji HÔGETSU. (B.M.T. **52,** 1938, 573-582, 3 Textabb. u. 11 Tabellen, 609–610).

Die Süsserwasserpflanzen, *Ceratophyllum demersum, Hydrilla verticillata, Cabomba caroliniana* und *Elodea canadensis* wurden als die Untersuchungsmaterialien benutzt, wobei der Einfluss verschiedener Aussenfaktoren auf ihre Assimilations- und Atmungsintensität studiert wurde.

Die Atmungsintensität steigt mit der Temperaturzunahme zwischen 6–36°C an; Q_{10} schwankt gewöhnlich zwischen 1,5 und 3,5. Die Assimilationsintensität wird zwischen 4-30°C durch die Temperatur befördert, besonders bei starkem Licht; Optimum ± 20°C. Nach den Resultaten der Experimente über die *Elodea*-Assimilation tritt die Hemmungswirkung des Lichtes bei 4000 Lux und der Kompensationspunkt bei 250–200 Lux ein, während das Maximum-Assimilation bei 4000–1300 Lux beobachtet wurde. Die Assimilationsstärke hängt von der Temperatur ab bei starkem Licht, während bei schwachem Licht keine Abhängigkeit davon nicht zu spüren ist.

In den kurzfristigen Assimilationsexperimenten ist beim Gebrauch des Leitungswassers kein auf den CO_2-Mangel gegründeter Einfluss zu beobachten, während bei langdauernden Versuchen die Abnahme der Assimilationsstärke beim Gebrauch des Leitungswassers oder der Bikarbonatlösung zu spüren ist.

Der Wasserdruck hemmt oder fördert die Atmung oder Assimilation nach ihrer Grösse. So z. B. bei *Cabomba* und *Elodea* tritt die Förderung zwischen 0-60 cm Hg ein, und zwar das Maximum bei 20-30 cm Hg.

22. Contributions to the knowledge of the systematics of *Morus* in Japan VII. *Morus* in cultivation. (With Japanese résumé). Teikichi HOTTA. (B.M.T. **52,** 1938, 363-368, 388).

A key for the identification of the species, varieties and forms of *Morus* found in cultivation is given. Altogether 4 species and a number of varieties and forms of each species are enumerated.

23. Symbolae ad floram mycologicam Asiae Orientalis II. Sanshi IMAI. (B.M.T. **52,** 1938, 357-363, 1 pl.).

The following species are enumerated: *Neogyromitra* (Genus Helvellacarum) containing *N. gigas* (KROMBH.) IMAI, *Discina perlata* FR., *Peziza badia* PERS. ex FR., *P. brunneoatra* DESM., *Otidea leporina* (BATSCH. ex FR.) FUCK., *Wynnea americana* THAXT., *Plectania protracta* (FR.) IMAI comb. nov., *Lamprospora leiocarpa* (CURR.) SEAVER., *Ascotremella turbinata* SEAVER.

24. Studies on the Geoglossaceae of Japan IV. Sanshi IMAI. (B.M.T. **52,** 1938, 419-424).

Much confusion is now prevailing in respect to the generic name *Microglossum*. The author has adopted this name as established by GILLET.

Microglossum GILL. Sect. Eumicroglossum IMAI, sect. nov. includes *M. viride* (PERS. ex FR.) GILL., *M. olivaceum* (PERS. ex FR.) GILL.; sect. *Ochroglossum* IMAI, sect. nov. includes *M. rufum* (SCHW.) UNDERW., *M. fumosum* (PK.) DURAND, *M. longisporum* DURAND.

All species above indicated are described.

25. On the effect of sunlight upon the enlargement of lesions of the rice blast disease. (Japanese with English résumé). Junzo IMURA. (A.PP.S.J. **8,** 1938, 23-33).

The rice seedlings planted in pots were put within a glass box. By covering the latter by a single or double sheet of white cotton cloth or a black paper, or not covering at all, the seedlings within the box were made to be exposed to the sunlight of different intensities or not at all. Those seedlings were previously inoculated with the spores of blast disease fungus, *Piricularia oryzae*.

By means of such experiments the influence of the sunlight differing in its intensity upon the enlargement of lesions caused by the fungus on the host's leaves was examined. It was shown first of all that shortly after the incubation period the enlargement of lesions is maximum under a weak shade and minimum in the dark. This relation becomes changed after a certain lapse of time, inasmuch as the lesion enlargement is maximum within the box exposed to full light, and the darker, the smaller the lesions are. This result may be due, as the author thinks, partly to the direct effect of sunlight on the growth of the fungus, partly on the indirect effect caused by the change of the host's vitality.

By the same procedure as just indicated the influence of sunlight upon the growth of the fungus was studied, and it was proven that the darker, the better the growth is.

26. On the influence of sunlight upon the lesion enlargement of the helminthosporium disease of rice seedlings. (Japanese with English résumé). Junzo IMURA. (A.PP.S.J. **8**, 1938, 203-211).

Experiments similar to those described in the preceding No. were performed by the author concerning the helminthosporium disease of rice seedlings. The procedure of experiments was the same as in the preceding No. The results are different in some respects from those got in the case of blast disease. Thus, for instance, the lesion enlargement in the early stage of light interception seemed to be maximum on the seedlings kept wholly dark, and minimum in those put in the box exposed to full sunlight, while in the later stage that enlargement is maximum under the medium shade, which is different from what we have seen in the case of blast disease fungus (cf. No. 25). The growth of the causal fungus *Helminthosporium* in the nutrient medium is retarded by the action of sunlight, just as in the case of blast disease fungus.

27. Studies on nodule bacteria XII. Influence of various iron compounds on the nodule bacteria of *Astragalus sinicus* (Gengė). Arao ITANO and Yasuhiko TSUJI. (B.Ô.L.F. **8**, 1938, 273-281, 5 tables).

The authors have studied the influence of a number of iron salts, organic as well as inorganic, on the growth of nodule bacteria of *Astragalus sinicus*. The concentration of salts lies between 0.05—0.00005%. Ferric malate and chlorides have produced the most marked stimulating effect on the growth. Next come ferric sulphate, ferric citrate, ferric oxalate and ferric tartarate. All others were indifferent. Ferric malate was least harmful, and is followed by ferrous carbonate in this respect, while ferrous iodide and ferric nitrate depress the growth.

28. Nuntia de filicibus japonensibus (VIII)-(X). (Japanese with Latin diagnoses). Hirosi ITÔ. (J. Jap. B. **14**, 1938, 439-444, 589-595, 731-733, altogether 13 text-figs.).

Among a number of species enumerated *Bolbitis Nakaii* is described as a new species.

29. Distribution of fern genera in the Japan Archipelago. (Japanese). Hirosi ITÔ. (J. Jap. B. **14**, 1938, 523-531, 1 figs. group).

The author has divided the Japan Archipelago into five zones A, B, C, D, and E in respect to the distribution of fern genera, beginning with the South (A) and ending with the North (E). The boundaries of each zone correspond on the whole to isothermal lines, so that we may say that the mode of distribution of ferns depends almost absolutely upon the prevailing condition of temperature. It will be seen that some genera are found exclusively in the A-zone (A-type) and some others in both A- and B-zones (AB-type), while still others are distributed in 4 zones A, B, C and D (ABCD-type), etc., etc. Some examples of various types will follow: A-type *Cibotium*, AB-type *Alsophila*, ABC-type *Antrophytum*, C-type *Archangiopteris*, B-type *Brainea*, D-type *Ctenopteris*, BCDE-type *Botrychium*, ABCDE-type *Hymenophyllum*, etc.

30. Filices liukiuenses (1)-(4). (Japanese). Hirosi ITÔ. (B.M.T. **52**, 1938, 532-538, 583-590, 642-649; **53**, 1939, 23-28).

The author has executed during 1936-7 a botanical excursion in the Ryûkyû Archipelago. The results of his observations then made are contained in this paper.

First of all, the names of the botanists who have done hitherto the collection of the Ryûkyû plants and the literature concerning them are noticed. The climatic features of the Archipelago are then described. Many interesting observations are contained in this paper., which are not reviewed in this abstract. According to the author there are

in the Archipelago altogether 88 genera and 272 species of ferns. There is no genus endemic to it, and all 88 genera except 2 are also found in Formosa. Although at present 21 species are held for endemic, perhaps many of them might in future be found growing also in Formosa. Among 272 species in all 16 are those found also in cold regions of Japan, e g. Hokkaidô, etc., 19 are found growing almost everywhere in Japan, and the remaining 53 are met with in warm regions only. A ong the latter 29 are growing in Japan Proper also, while 24 not.

A list of all genera, indicating their respective number and the place of their distribution in various parts of the Archipelago is given.

An extensive list enumerating all fern species in the Archipelago terminates the paper.

31. Karyogenetische Untersuchungen der Bastarde zwischen Varietäten der Art *Aegilops triuncialis*. (Japanisch m. deutsch. Zfg.). Kuniiti IWATA. (J.J.G. **14**, 1938, 158-171, 3 Textfig. gruppen).

Verschiedene Kreuzungen zwischen 3 Varietäten von *Aegilops triuncialis*, nämlich, *typica*, *hispida*, und *glauca* wurden gemacht, und das Verhalten von solchen Hybriden in F_1- und F_2-Generationen wurde beobachtet.

Beim Bastard *glauca*×*hispida* wurde in der I. Metaphase von PMZ gewöhnlich die Kernkonfiguration 14_{II}, selten $13_{II}+2_I$ festgestellt, auch die letztere wurde oft in reinen Eltern beobachtet. Die Keimfähigkeit der Samen sowie die Fruchtbarkeit bei den Bastarden waren denselben der Eltern gleich, woraus es klar sein dürfte, dass *glauca* und *hispida* zu der gleichen Varietät *persica* gehören. Bei dem Bastard *typica*×*glauca* sowie *typica*×*hispida* wurden ausser den Konfigurationen 14_{II} und $13_{II}+2_I$ noch $1_{III}+12_{II}+1_I$ gesehen. In der F_2 zeigten viele Individuen eine geringere Fruchtbarkeit als bei den Eltern. Demnach muss ein grosser Unterschied zwischen *typica* einerseits und *persica* (= *glauca* oder *hispida*) andererseits vorhanden sein, doch ist Verf. von der Meinung, dass man *persica* nicht als eine selbständige Art zu betrachten braucht. Die obengenannten Univalente bei dem Bastard *typica*×*glauca* oder *typica*×*hispida* werden in der I. Anaphase längsgespalten, und die Spaltungsprodukte verteilen sich ohne weiteren Spaltungen bei der II. Reifungsteilung auf die beiden Polen. Bei den F_2-Nachkommen wurden keine Pflanzen gefunden, welche mit einer von tetraploiden ($2n = 28$) abweichenden Chromosomenzahl versehen sind.

Weiter bei dem Bastard bereift×nichtbereift war F_1 unbereift, und in F_2 unbereift: bereift = ±13:3, was das Vorhandensein eines Hemmungsfaktors der Bereifung wahrscheinlich macht.

32. Studies on the penetration phenomena in *Pseudoperonospora cubensis* BERK. et CURT. (Japanese with English résumé). Yosito IWATA. (A.PP S.J. **8**, 1939, 122 144, 6 text-figs.).

The author has executed the artificial inoculation of the spores of *Pseudoperonospora cubensis* on various plants in order to study the mode of penetrations of the zoospores into the host plant. The zoospores encyst on the stomata of the host's leaves, and also along the boundary line of the epidermal cells, usually a single cyst on one stoma. Those encysted on the stomata send out the penetration hyphae through their aperture and form the vesicle in the substomatal cavity. An infection hypha developed from the latter reaches the underlying mesophyll cells, and sends out the haustoria into them. The cyst lying on the boundary line of epidermal cells may send out also a slender hypha, which is however but rarely able to penetrate into the host through the stoma. Among 73 species of Phanerogams subjected to artificial inoculation the author has got

positive results concerning 49 Dicotyledons belonging to 22 families, incl. the Cucurbitaceae.

On the upper surface of the epidermis stripped off from the cucumber leaf the encystment and penetration of zoospores were seen to take place just in the same manner as in the intact leaf, but in the lower surface they were observed to occur only along the boundary line of epidermal cells. On the lower surface of the cucumber leaf killed by boiling water the occurrence of the encystment and penetration is less frequent than in living leaves.

33. Ecology of the purple and green bacteria in sulphur spring at Yumoto, Nikkô II. Hydrogen sulphide concentration of the bacterial habitat. (Japanese with English résumé). Tadao JIMBO. (E.R. **4**, 1938, 289–296).—**Die Verbreitung der Purpur- und Grünbakterien in Yumoto (Nikkô) in Beziehung zur Schwefelwasserstoffkonzentration.** Von demselben Verf. (Sc. Rpts., T.I.U. **13**, 1938, 231–345).

By means of iodimetric method the author has determined the degree of concentration of H_2S around certain colonies of sulphur bacteria living in the thermal spring of Yumoto (Nikkô). Among such measurements the concentration around green bacterium, *Chlorobium limicola* is found to be 31–57 mg/L, i.e. it may live simply in high concentrated H_2S. On the contrary, around the purple bacterium, *Chromatium Weissei* the concentration of H_2S lies between 3-30 mg/L, i.e. it is able to live either under extremely small or pretty high concentration of H_2S. Further experiment has indicated that this bacterium may live in much more cencentrated H_2S. Thus, if a colony of *Chromatium Weissei* is kept within a bottle together with the bottom mud, over which the thermal water is running, one can observe the enormous accumulation of H_2S which may go even up to 120 mg/L with the considerable multiplication of the organism. The author came to the conclusion that the limiting factor for the distribution of *Chromatium Weissei* is not the H_2S concentration, but the temperature.

34. Beobachtungen einiger thiotropher Seen Japans mit besonderer Berücksichtigung der Schwefelbakterien. Tadao JIMBO. (Sc. Rpts., T.I.U. **13**, 1938, 259-269, 2 Textabb.).

Das Wort, thiotrophe See, welches von DECKSBACH herrührt, bedeutet solchen, wobei die fortwährend oder periodisch stagnierende untere Wasserschicht den O-Schwund und die H_2S-Anhäufung zeigt. In Japan gibt es eine Anzahl von solchen Seen, von denen drei Brackwasserseen, nämlich, Harutori, Hamana und Suigetu bezüglich der unteren H_2S-haltigen Schicht untersucht sind. Im ersten von drei obengenannten Seen wurde die Purpurbakterienplatte an der oberen Grenze der H_2S-haltigen Schicht aufgefunden, welche hauptsächlich aus schwefelfreien roten Stäbchen besteht und von *Chromatium minus* und *C. minutissima* begleitet wurde. Bezüglich dem zweiten der obengenannten Seen konnte der Verf. die soeben genannten roten Stäbchen sowie *Chromatium minus* im beim Aufbewahren in Fläschchen sich rötlich färbenden Wasser aus der H_2S-haltigen Schicht erkennen. Beim dritten von drei obenzitierten Seen, welcher vom Verf. nach einem Sturm besucht wurde, hat er eine enorme Ammoniakanhäufung nachgewiesen, und daher mit keinen Purpurbakterien. Nach der Ansicht Verfs. dürfte das Ammoniak von den beim Sturm zu der Tiefe gesenkten faulenden Wasserpflanzen herrühren.

35. Ueber eine neue Varietät von *Scopulariopsis Blochi* als Erreger einer Dermatomykose. (Mit japan. Zfg.). Toyoaki KAMBAYASHI. (B.M.T. **52**, 1938, 635-641, 3 Textfig., 660).

Bei einem 67-jährigen Mann, welcher an der Dermatomykose leidet, hat der Verf. festgestellt, dass dabei der Krankheitserreger eine *Scopulariopsis*art ist. Er hat in der

erkrankten Nagelschuppen dieses Mannes einige Sporen bekommen, woraus die Reinkulturen entstanden sind. Der Verf. hat dabei die kulturelle sowie die morphologische Eigenschaft studiert. Danach ist dieser Pilz morphologisch *Scopulariopsis Blochi* (MATRUCHOT) VUILLEMIN sehr ähnlich, doch hat er keine Perithezien erkennen können, im Gegensatz zu eigentlicher *S. Blochi*. wo ihr Vorhandensein festgestellt worden ist. Der Verf. hält daher seinen Pilz für eine neue Varietät von *S. Blochi*.

36. Contributions to our knowledge of *Pandanus* of the Malay Peninsula and Borneo. (With Japanese résumé). Ryôzô KANEHIRA. (J. Jap. B. **14,** 1938, 429-438).

The author, who is concerned in the study of the Micronesian species of *Pandanus* has described in the present paper some species of this genus collected in the Malay Peninsula and Borneo by some of his friends. Hitherto 31 species were known from the Malay Peninsula and 2 from Borneo (Sarawak and British Borneo). The two following species are new: *Pandanus Cornerii* from the Malay Peninsula and *P. dasystigma* from Dutch Borneo.

37. On the Micronesian species of *Cycas*. (Japanese with English résumé). Ryôzô KANEHIRA. (J. Jap. B. **14,** 1938, 579-588, 7 text-figs.).

Through the comparative studies on the Micronesian species of *Cycas* on one hand and those from Fiji Isl. sent to him on the other the following names were proposed by the author for the Micronesian species: *Cycas Rhumphii* MIQ. *fundulata* (DESF.) KANEH. comb. nov. occurring only in the Marianne and Yap Isl. and *Cycas Rumphii* MIQ. f. *palaunica* KANEH. comb. nov. occurring only in Palau.

38. An enumeration of plants collected in the territory of New Guinea, Australian mandate I-II. (With Japanese résumé). Ryôzô KANEHIRA and Sumihiko MATUSIMA. (B.M.T. **52,** 1938, 349-356, 1 text-fig.; 386-387, 409-416, 2 text-figs., 447-448).

129 species belonging to 5 families and 95 genera are enumerated, among which 5 were never described before. Among the latter *Pygaeum gazelle-peninsulem* (Rosaceae) and *Alectryon macrophyllus* (Sapindaceae) are mentioned with their description.

39. Symbolae iteologicae VI. Akira KIMURA. (Sc. Rpts., T.I.U. **13,** 1938, 381-394, 3 pls. and 2 text-figs.).

Turanga which is a section of the genus *Populus* according to BUNGE and its subgenus according to DODE, is elevated to an independent genus by the author, and 16 new combinations belonging to it are enumerated. A new system of the Salicaceae is proposed, which is a modification of that proposed by the author in 1928, viz.

Subfam. 1. Populoideae KIMURA. Tribus 1. Populeae NAKAI (genus *Populus* LINNAEUS). —Tribus 2. *Turangeae* KIMURA. (Genus *Turanga* KIMURA).

Subfam. 2. Salicoideae KIMURA. Tribus 1. Chosenieae KIMURA. Subtribus 1. Toisusinae KIMURA. (Genus *Toisusu* KIMURA). Subtribus 2. Choseniinae KIMURA. (Genus *Chosenia* NAKAI).—Tribus 2. Saliceae KIMURA. Genus *Salix* LINNAEUS. (Subgen. 1. Protitea KIMURA et subgenus 2. Euitea KIMURA).

40. Hypericorum japonicarum descriptio I. Yojiro KIMURA. (B.M.T. **52,** 1938, 403-408, 5 text-figs., 446-447).

The following plants are contained among others: *Hypericum erectum* THUNB. var. *deviatum* var. nov., var. *luchuense* stat. nov., *H. vulcanicum* KOIDZUMI var. *typicum* Y. KIMURA f. *lucidum* f.n., f. *nigrum* f.n., var. *Matsumurae* var. nov., *H. kamtschaticum* LEDEB. var. *decorum* var. nov., *H. perfoliatum* L. var. *angustifolium* DC., *H. subalpinum* sp. nov. var. *typicum* Y. Kimura, var. *parviflorum* var. nov., var. *longissima* var. nov.

41. Ueber die Wirkung des Wuchsstoffes auf die Bewegung des Plasmodiums. (Japanisch m. deutsch. Zfg.). Saburo KINOSHITA. (B.M.T. **52,** 1938, 492-497, 2 Textabb.).

Das Plasmodium von *Didymium nigripes* var. *xanthopus* wurde untersucht inbezug auf seine chemotaktische Bewegung gegen die Wuchsstoffe, wie Heteroauxin (2,500 γ/L-39 γ/L) und α-Methylheteroauxin (20,000 γ/L-625 γ/L). Die chemotaktische Reaktion hat sich immer als positiv erwiesen. Früher hat der Verf. konstatiert, dass der Frontteil des Plasmodiums gegen seinen hinteren elektrisch sich positiv verhält, sodass als in diesem Falle diese Potentialdifferenz zwischen beiden Teilen durch die Wuchsstoffe vergrössert wird, kann man die in Rede stehende positive chemotaktische Reaktion leicht verstehen.

42. Les *Cacalia* du Japon. (Principalement en japonais). Siro KITAMURA. (A.PT.G. **7,** 1938, 236-251).

Genre *Cacalia*. Section I. Eucacalia KITAMURA. Sous-section Candidae KITAMURA, sous-section Rufescentes, sous-section Monanthae.—Section II. Taimingasa KITAMURA.

Les espèces de chaque sous-section appartenant à la section I et celles de la section II sont énumérées. Le nombre des espèces compte 19 en tout. En outre, un hybride naturel *Cacalia Koidzumiana* (= *C. adenostyloides* × *C. hastata* subsp. *furfuraefolia*) est décrit en latin.

43. New species of *Sedum*. (Japanese with Latin diagnoses). Gen'iti KOIDZUMI. (A.PT.G. **7,** 1938, 192-194).

Sedum ruprifragum and *rusulato-bulbosum* are described.

44. Two new species of *Cynanchum*. (Japanese with Latin diagnoses). Gen'iti KOIDZUMI. (A.PT.G. **7,** 1938, 193-194).

Cynanchum abukumense and *C. austrokiusianum* are described.

45. Bambusaceae japonicae VI. Gen'iti KOIDZUMI. (A.PT.G. **7,** 1938, 252-260).

New species: *Arundinaria tenuifolia, A. Tiutaroana, A. Tsutsuiana, Sasa epitricha, S. kirisimensis, S. kuntaensis, S. lactilectorius, S. lokkomontana, S. nantaialpina, S. pachyphylla, S. pseudocernua, S. rigescens, S. sambiensis, S. sayekiensis, S. settsuensis, S. Tsurumachiana, S. yenaensis, S. yoigana, S. moderabilis.*

46. Experiments on the jarowization of wheat. (Japanese). Mantarô KONDÔ, Ryûhei TAKAHASI and Yusi TERASAWA. (A.S. **30,** 1938, 1-38, 11 photographic pls.)

During four successive years (1935-8) the authors have performed a series of experiments of jarowization on wheat, such as cooling of grains, their early sowing, the drying of germinating grains. The results of their experiments are summarized as follows:

When the grains subjected to the jarowization are sown in the autumn of the same year, almost no appreciable effect is observed concerning the shooting and the maturing time, though the acceleration of 1-2 days is recognizable. When such grains are sown in the next spring, the acceleration of the shooting and the maturing time for a few days (4-8 days) may be induced.

Basing on the results of their experimentation the authors come to the conclusion that the jarowization of wheat has almost no practical value in Japan, especially in the localities, where the wheat grains are sown exclusively in autumn.

47. The life-history of *Colpomenia sinuosa*, with special reference to the conjugation of anisogametes. (Japanese with English résumé). Hiroshi KUNIEDA and Syunzô SUTÔ. (B.M.T. **52,** 1938, 539-546, 2 text-fig. groups).

Colpomenia sinuosa is found growing on the branches of *Sargassum* in spring and autumn. On the autumn plants the pleurilocular sporangia are developed, from which the

zoos ores are liberated. The latter germinate and give rise to protonemas, on which young plants are seen after about 5 months (January or February of the next year).

The spring plants are dioecious, and on male and female plant the pleurilocular sporangia which are different in their structure are formed. The male and female gametes are liberated from these sporangia on male and female plants respectively. The female gametes are longer than the male, and both are provided with a red eye-spot, while the yellowish chromatophore is present in the female only. During their conjugation it was observed that a certain number of male gametes attach themselves to the one female, forming the conjugating group. The germinating zygote produces a protonema. The latter may also be formed from the female gamete without the conjugation. Further behaviour of protonemas could not be observed.

Basing on the results of their observations the authors think that the autumn and the spring plants represent the sporophytes and the gametophytes respectively.

48. A new cephalopodiate *Lecidea* from Japan. Mackenzie LAMB. (J. Jap. B. **14,** 1932, 555-558).

Lecidea (*Eulecidea*) *cephalophora* M. LAMB sp. nov. is described with illustrations.

49. Weitere Untersuchungen über die pentaploiden *Triticum*-Bastarde IX. Aequations- und Zertationskreuzungen des Bastards *T. durum* × *T. vulgare*. Seiji MATSUMURA. (Jap. J. B. **9,** 1939, 353-371, 5 Textabb. und 11 Tab.)

50. Chromosome studies on *Trillium kamtschaticum* PALL. XI. A simple new method for the demonstration of spiral structure in chromosomes. Hajime MATSUURA. (Cyt. **9,** 1938, 243-248, 3 text-figs.).

Hitherto various methods were proposed by various authors for revealing the chromonema spiral within the chromosome, which have proved to be more or less effectual. In this paper the author has published a very simple method of great efficacy for this purpose, which is as follows: "Cells of an anther at the metaphase or anaphase are gently sneared on a slide and then a very small amount of water is quickly added on them. The water is left on the material for a minute or two, and then the excess of water is removed with a blotting paper before fixing and staining in acetocarmine." By this simple method the chromosome spirals become clearly visible. The author has made similar treatments on a number of plants, and got always good results.

51. Ueber die pH-Veränderung der Mediumflüssigkeit und den davon abhängigen Zustand der Blatt-Zellen von *Helodea densa*. Sinzi MATUSIMA. (Cyt. **9,** 1938, 356-387, 45 Textabb.).

1. Die pH-Veränderung des destillierten Wassers, der Chlorid- und Bicarbonatlösungen, die durch die abgeschnittenen Blätter von *Helodea densa* CASP. hervorgerufen wurde, wurde vor und nach der CO_2-Austreibung bestimmt.

2. Die *Helodea*-Blätter waren imstande, auch im Dunkel alkalische Substanz in die Mediumflüssigkeit auszuscheiden. Diese Erscheinung könnte durch die Erweiterung der Ansicht von ARENS erklärt werden, wonach die Alkaliausscheidung nur im Licht stattfinden soll.

3. Die pH-Ansteigung der Mediumflüssigkeit, zumal an der Blattoberseite von *Helodea*, bezog sich auf solche Alkaliausscheidung, auf die Schwankung der CO_2-Menge infolge der Photosynthese sowie der Atmung, und auf die unbalanzierte Ionenaufnahme aus einem Salz.

4. Die Licht- und Kationenwirkung auf das Verhalten des Cytoplasmas und der Chloroplasten in den verschiedenen Mediumflüssigkeiten wurden genau untersucht, und es liess sich bestätigen, dass die letztere Wirkung stark von C_H abhängig ist.

5. Die pH-Ansteigung, die in der Bicarbonatlösung zugleich mit der Assimilation fortschritt, verstärkte die schädliche Wirkung des Kationenanteils auf die *Helodea*-Zelle. Diese Schädlichkeit konnte durch die Vermehrung des CO_2-Partiärdrucks merklich vermindert werden.

6. In der $KHCO_3$-Lösung war die Schädlichkeit schwächer als in der $NaHCO_3$-Lösung, obwohl der pH-Wert infolge der Assimilation schneller anstieg, was vielmehr dem Unterschied der Eigenschaft des Kations zu zuschreiben ist. Die schädliche Wirkung der NH_4HCO_3-Lösung verstärkte sich auffallend schon bei einer kleinen pH-Ansteigung. $Ca^{\cdot\cdot}$ wirkte antagonistisch gegen die Schädlichkeit von $K^{\cdot}$ und $Na^{\cdot}$ in der Bicarbonatlösung in einem bestimmten pH-Bereich, aber keine solche Beziehung bestand zu der Schädlichkeit von Ammoniak in molekularer Form.

7. Die Carbonat-Bicarbonatge ische von WARBURG, die bisher beim Versuch der Photosynthese der submersen Pflanze benutzt worden sind, scheinen nicht passende Mediumflüssigkeiten zu sein, besonders in der höheren COH und beim lang dauernden Versuch.

Verfasser.

52. *Sphaerophorus*-Arten aus Japan. (Japanisch m. latein. Diagnosen). M. MITUNO. (J. Jap. B. **14**, 1938, 650-669, 19 Textabb.).

Die folgenden Arten von *Sphaerophorus* sind hervorgehoben: *S. fragilis, meiophorus, turfaceus* (ASAHINA sp. nov.). *melanocarpus, formosanus, diplotypis.*

Ein Schlüssel für die Bestimmung der soeben genannten Arten ist angegeben. Weiter sind die chemischen Reaktionen der zitierten Arten erwähnt.

53. Studies on the gametophyte of ferns (VI). On the prothallium of eudryopteroid ferns (2).—(VII). On the prothallium of some athyrioid ferns.—(VIII). (Japanese). Siduo MOMOSE. (J. Jap. B. **14**, 1938, 445-453, 532 540 with 7 text-figs., 606-616 with 7 text-figs.).

Ad VI.—About the prothallium of eudryopteroid ferns the author distinguishes 4 types, viz. type I seen in *Dryopteris crassirhizoma* NAKAI and *D. polylepis* (FR. et SAV.) C. CHRISTENSEN, type II seen in *D. lacera* (THUNB.) O. KUNTZE, and *D. uniformis* MAKINO, type III seen in *D. tokyoensis* (MATSUM.) C. CHRISTENSEN, and *D. cycadina* C. CHRISTENSEN var. *melanolepis* NAKAI, type IV seen in *D. sordidipes* TAGAWA, *D. Taquetii* C. CHRISTENSEN, and *D. varia* KUNTZE. The prothallium of each species above cited is described in detail.

Ad VII.—The prothallium of the following ferns is described: *Athyrium brevifrons* NAKAI, *A. Wardii* (HOOKER) MAKINO, *A. subrigescens* HAYATA.

Ad VIII.—The prothallium of *Cyclosorus parasiticum* FARWELL, *C. acuminata* NAKAI, *Polystichum microchlamys* (CHRIST) KODAMA, *Cyrtamium Fortunei* J. SMITH.

54. Die Mitwirkung der Stomata-Nebenzellen auf die Spaltöffnungsbewegung. Masami MONZI. (Jap. J.B. **9**, 1939, 373-394, 8 Textfig. und 11 Tab.).

55. Toxic effect of hydrogen sulphide gas to plants. (Japanese with English résumé). Ryûya MORI. (E. R. **4**, 1938, 317-331).

Concerning almost 40 species of plants the author has studied the toxic effect of H_2S gas in the solfatara and the neighbourhood of the Botanical Garden in Mt. Hakkôda. The resisting power against its action is various in different plants, thus, for instance, among those plants which are resistant, *Sasa kurilensis*, young *Ilex leucoclada*, *Salix*

glabra, *Rhododendron brachycarpum*, and among those which are susceptible, *Gaultheria adenothrix*, *Viburnum furcatum*, *Disporum sessile*, *Polygonum sachalinensis* are cited. The most perceptible injury was the discolouration of leaves, which become greenish or brownish yellow wholly or in spot-like manner, and under the microscope it will be seen that the plasmolysis occurs in severely damaged parts and the chloroplasts are broken.

56. On the manganese contents of plants. (Japanese with English résumé). Keizi MORITA. (E. R. **4**, 1938, 141-149).

The author has studied the manganese contents in a certain number of plants growing in the vicinity of the Botanical Garden in Mt. Hakkôda. The general conclusion of his studies are as follows. The manganese content is larger in older leaves than in younger, in plants growing on more acid soils than in those in less acid, in woody plants than in herbaceous ones, in sun plants than in shade ones, in alpine plants than in lowland ones. The author has indicated in a table the manganese content of more than 30 plant species. According to this table, in the majority of plants studied by him the manganese content is under 5‰ (dry weight). The following three species are remarkably rich in manganese, viz. *Menziesia pentandra* (9.60‰), *M. ciliicalyx* var. *multifida* (10.80‰) and *Kalopanax sciadophylloides* (10.00‰).

57. The effect of manganese content of the nutrient solution on the growth and its accumulation in the plant. (Japanese with English résumé). Keizi MORITA. (E. R. **4**, 1938, 206-221).

Water-culture experiments with the nutrient solution containing more or less manganese were executed concerning a certain number of plants, and it was observed that woody plants are very resistant against high concentration of manganese, and its optimal concentration is different in different plants, and goes parallel to their respective manganese content under natural condition. Especially in those plants which contain naturally its large dosis, so-called manganophilous plants, the favourable effect on their growth is very remarkable. The accumulation of manganese in leaves and roots increases parallel to that of its concentration in the nutrient solution. In manganophilous plants, such as *Prunus Grayana* and *Sorbus japonica*, the accumulation of manganese in their leaves is greater than in non-manganophilous plants, as *Pterocarya rhoifolia* and *Plantago major*, when the manganese content in the nutrient solution is low, but just the reverse takes place, when it is high. Further, it may be added that in *Plantago major*, the accumulation of manganese is always larger in the root than at the top without any exception.

58. Studies in the growth hormone of plants IV. Further experiments on the production of growth substance in root-tips. Masayuki NAGAO. (Sc. Rpts., T. I. U. **13**, 1938, 221-228).

Whether the growth hormone is produced by the root-tip itself or the latter being itself unable to produce it, it is transported from the shoot, is now a problem much discussed. Formerly the author has proven its production by the root-tip itself in *Helianthus annuus* (cf. this JOURNAL **9**, (125), No. 420). FIEDLER, however, basing on his experiments on *Pisum sativum* and *Zea Mays*, thinks that such power is lacking in their root-tips.

The author has cut the root-tips 2 mm long from the root of *Pisum sativum* and *Zea Mays*, and cultivated them either in a certain agar nutrient medium, or plain agar. The production of growth substance by the root-tips just referred was definitely confirmed

by means of the usual WENT's method or of the extraction method by chloroform. When, however, isolated root-tips on plain agar have ceased to grow (e.g. within 2 days) they will produce no more hormone, but if they are transferred to agar nutrient medium, they will begin again to show the hormone reaction. The author comes therefore in contrast to FIEDLER to the definite conclusion that the hormone under discussion both in *Pisum* and *Zea* may be produced by the root-tip itself, and that this is closely connected with the growth of roots, in other words, no growth, no production of hormone.

59. On the Japanese species of the genus *Rhodiola*. (Japanese with Latin diagnoses). Takenoshin NAKAI. (J. Jap. B. **14**, 1938, 491-508).

A key for the determination of various Japanese species and varieties of the genus *Rhodiola* with their respective distribution is given. The following are enumerated or described; *R. maxima* NAKAI sp. nov., *R. caespitosa* (LEDEB.) NAKAI comb. nov. et sp. nov., *R. caespitosa* forma *ovata* (REGEL et TILING) NAKAI comb. nov., *R. caespitosa* forma *lanceolata* (REGEL et TILING) NAKAI comb. nov., *R. caespitosa* var. *involucrata* (REGEL et TILING), NAKAI comb. nov., *R. elongata* FISCHER et MEYER, *R. Tachiroei* (FR. et SAV.) NAKAI sp. et comb. nov., *R. Hideoi* NAKAI sp. nov., *R. angusta* NAKAI, *R. ramosa* NAKAI, *R. Stephani* (CHAMISSO) TRAUTVETTER et MEYER var. *typica* NAKAI var. *longifolia* NAKAI var. nov., var. *hondoensis* NAKAI var. nov.

60. Notulae ad plantas Asiae Orientalis (V). (With Japanese résumé). Takenoshin NAKAI. (J. Jap. B. **14**, 1938, 629-649, 734-751).

The following are new: *Arisaema akitense, A. Yosiokai, Scrophularia borealikoreana, S. pilosa, S. cephalantha, S. takesimensis, S. kakudensis* var. *microphylla, Lespedeza Hiratukae, Callicarpa japonica* var. *glabra, Miricacalia Maekawae, Bistorta globispica, Reynoutria brachyphylla, R. hastata, Veratrum nipponicum, Betula fusenensis, Cerastium koreanum.*

The keys for the identification of the Corean species of *Scrophularia* and for that of Manchurian and Corean species of *Bistorta* are given.

61. Ueber die Bryophytenassoziationen in den mineralogen-azidotrophen Gewässern Japans. Ken-itiro NEGORO. (Sc. Rpts., T. B. R. D. Nos. 60-63, 1938, 308-313).

"In der Umgebung der Vulkane Japans gibt es eine nicht geringe Anzahl der Gewässer, deren Wasser Mineralsalzen reichlich enthält und im allgemeinen durch die Anwesenheit der freien Schwefelsäure bzw. Salzsäure mehr oder weniger stark sauer reagieren", sog. mineralogener azidotrophischer Typ. Bezüglich den in solchen Gewässern wohnenden Bryophyten, welche die folgenden Assoziationen ausbilden, gibt der Verf. die ausführliche Beschreibung, nämlich, die *Rhynchostegia spiralifolium*-, die *Aplozia riparia* v. *rivularis*-, die *Aplozia crenulata* v. *gracillima*-, die *Scapania irrigua*-, und die *Amblystegium riparium*-Assoziationen.

Es ist kaum möglich, hier die Verfs. Einzelbeschreibungen zu referieren. Als ein Muster werden unten kurz die Angaben über die Gosikinuma-Seengruppe referiert wo die *Rhynchosia spiralifolium*-Assoziation gefunden ist. "Diese Seengruppe ist dadurch entstanden, dass das Wasser in den Vertiefungen der aus vulkanischen Auswürfen bestehenden Ebene zusammenfloss, welche im Juni 1888 durch den kräftigen Ausbruch des Vulkans Bandai gebildet worden war". Bezüglich einigen Seen in dieser Gruppe werden die folgenden Angaben aus dem Original entnommen:

Name des Sees	pH Oberfläche	pH Grund	K_{18} 1×10^{-1} ohm^{-1}	SO_4 mg/l	Cl mg/l	Ca mg/l	$Fe^{\cdots}$ mg/l
Rurinuma	4,3	4,4	13,1	374	85	181	0,7
Akanuma	4,0	3,3	15,2	461	82	169	12,8

62. Comparative studies on Japanese *Cephalosporium gramineum* NISIKADO et IKATA, which causes the stripe disease of wheat and *C. acremonium* CORDA. Yosikazu NISIKADO and Tatuo HIGUTI. (B.Ô.L.F. **8**, 1938, 283-304, 5 pls.).

This paper contains the results of comparative studies of *Cephalosporium gramineum* NISIKADO et IKATA (isolated from diseased culms of wheat) and *C. acremonium* (isolated in Europe). The conidia are much larger and wider in the Japanese species than in the European. The colonies of the European and the Japanese species grown on potato-dextrose agar under diffuse daylight showed orange yellow colour and no such colour at all respectively. The minimum, optimum and maximum temperature for the fungus growth are 5°, 20°, and 30°C respectively for the Japanese species, and 10°, 30° and 38° for the European. The Japanese fungi were found to be able to attack wheat seedlings, causing the stripe disease, while the European one is not enabled in this respect.

On the whole, the two fungi under discussion are quite different in various respects, morphological, physiological as well as pathological.

63. On the ascus-formation of *Gibberella Saubinetii*. (Japanese). Yosikazu NISIKADO, Kôzi HIRATA and Katsuji KIMURA. (A.S. **30**, 1933, 415-443, 14 tables).

In *Gibberella Saubinetii* several strains may be distinguished concerning the ascus-formation: some will produce the asci profusely, while some others will not form them at all; besides, some, after the long duration of pure culture, will lose entirely this power. This process will take place copiously in the nutrient media, whose concentration is much lower than the optimum for the hyphal growth. The best condition for this process is the good aeration. In dark no asci are developed. Diffuse light is best for their formation, while direct sunlight is not good. It seems that this process takes place above 16°C.

64. Physiological studies on laminarin and mannitol of brown algae. 1. Diurnal variation of their content in *Eisenia bicyclis*. Kazutosi NISIZAWA. (Sc. Rpts., T.B.R.D. Nos. **60-63**, 289-301, 9 tables).

Eisenia bicyclis contains a polysaccharoid called laminarin, $10C_6H_{12}0_6-9H_2O = C_{60}H_{102}O_{51}$ as well as mannitol. The fluctuation of the content of these two substances in this alga is considerable, even in the individuals growing in the same locality and of nearly the same degree of maturity, their amount differing widely from one another. So all experiments of the author are based on the mean content of several individuals, the range of the content variation being greater in laminarin than in mannitol. Experiments have proven that the content of both shows the tendency to reach the maximum at the approach of evening. This mean quantity is nearly equal at night and day, so for instance, laminarin 0.270 g. and 0.269 g. (in 70 g. of fresh fronds) at day and night respectively, mannitol 1.344 g. and 1.341 g. So they may not be considered as the direct products of photosynthesis. In the dark both substances diminish considerably, so that they will be the reserve materials of the alga.

65. Studies in the carbon dioxide assimilation in rice plant. (Preliminary note). (Japanese). Yakiti NOGUTI. (P.C.S.S.J. **10**, 1938, 165-176, 4 graphs).

Materials for the author's experiments were six strains of paddy rice, of which some are early and others late maturing. The intensity of CO_2-assimilation was measured, firstly through the determination of increasing weight of leaf tissue due to the starch formation, secondly through the comparison of the quantity of sugar obtained by the saccharification of starch before and after the assimilation, and thirdly through the determination of the volume of CO_2 absorbed during the process. The results are summarized as follows:

In paddy rice the CO_2-assimilation increases its intensity gradually towards the midday. and reaches its maximum, either a little before or after it, provided that the weather is good. In cloudy day, however, this regularity is disturbed, and the maximum intensity may be observed either in early morning or late afternoon, which seems to be due to the change of the intensity of solar radiation. The intensity of CO_2-assimilation is different in early and late maturing strain: under good weather in the former the maximum is reached generally comparatively early. Further, its intensity is variable according to the stage of the development: the maximum is seen at nearly 26 days before the shooting, and the intensity decreases gradually after the latter process has taken place.

66. Mikroskopische Untersuchungen über den Zellstoff für künstliche Fasern. II. Mitteilung. Diagnostischer Wert der Markstrahlentüpfel für die Erkennung der Holzarten und der Feinstruktur der Tracheidenmembran. (Japanisch m. deutsch. Zfg.). Kametaro OHARA. (Sen'iso Kôgyô, Fasernindustrie) **14**, 1938, japan. Teil 411-424, 10 Tabellen, deutsch. Teil 77-79, 2 Tabellen).

Bezüglich dem Holz von *Picea ajanensis*, welches in Japan als das beste Material für die Fabrikation der künstlichen Seiden betrachtet wird, hat der Verf. die Neigungswinkel der Markstrahlentüpfel gemessen, um damit die Unterscheidung der Holzarten sowie die Erkenntnis der feinen Mizellarstruktur der Tracheidenmembran zu ermöglichen. Das vom Verf. untersuchte Holz war eine 10 cm dicke Scheibe, woraus mit Hilfe des Mikrotoms mehrere Schnitte mit je fünf Jahresringen am ganzen Halbdurchmesser entlang radialerweise hergestellt wurden. Die Beobachtungen sind wie folgt zusammengefasst: 1. Die Neigungswinkel ist meistens grösser im Früh- als im Spätholz, so z.B. 29-36° bzw. 16-26,5°; 2. sie ist kleiner in Krone und Stammitte als in Stock, z.B. Mittelwert 43,2°, 32,2° und 27,0° in Stock, Stammmitte bzw. Krone; 3. es ist beachtenswert, dass die in Rede stehende Neigungswinkel bis zum zehnten Jahresringe hin schnell vermindert und bis zur Peripherie fast unverändert bleibt. Die soeben erwähnte Tatsache, welche von dem Umgebungeinfluss, z.B. dem Standort, und dem Wachstum ganz unabhängig ist, ist offenbar auf die phyletische Natur der Kambiumzellen gegründet.

Hinzuzufügen ist, dass die Neigungswinkel als ein Fingerzeig für die Erkennung der Feinstruktur der Tracheidenwände dient, welche aus den spiraligen Mizellreihen zusammengesetzt ist.

67. Notes of Japanese *Fimbristylis*. (Japanese and Latin). Jisaburo OHWI. (J. Jap. B. **14**, 1938, 564-579).

The genus *Fimbristylis* contains five subgenera, and the key for their determination as well as that for the sections of each subgenus are given. The following are new species and provided with Latin diagnoses: *F. taiwania*, *F. tainanensis*, *F. pacifica* and *F. Makinoana*.

68. Symbolae ad floram Asiae Orientalis 17. (With Japanese résumé). Jisaburo OHWI. (A.PT.G. **7**, 1938, 129-138).

The following new species are described: *Setaria autumnalis*, *Polygonum brachytrichum*, *P. hypoleucum*, *Carex holotricha*, *Poa taiwanicola*, *P. extremiorientalis*, *Sciaphila takakumensis*, *Cheirostylis Kanashiroi*, *Scirpus lushanensis*, *Deutzia yaeyamensis*, *Zanthoxylum amamiense*, *Adinandra yaeyamensis*.

69. Bacteriophage in relation to *Bacterium malvaccarum*. II. Relation between variants and phage. (Japanese with English résumé). Norio OKABE. (A.PP.S.J. **8**, 1928, 231-246, 1 pl. and 1 text-figs. group).

Two different strains of *Bacterium malvacearum* (No. 427 and 450) were isolated some time ago from the angular spots of cotton at Taihoku, Formosa. The author has

got from these two strains altogether 32 colony-variants. It was shown that all variants derived from No. 427 (9 variants in all) are resistant against the phage which was isolated from the diseased leaves by MATSUMOTO and HUZIOKA (cf. this JOURNAL **9**, (159), No. 545), while any one derived from No. 450 (23 variants in all) is more or less susceptible to the action of the same phage; besides, the susceptibility is more or less different in different variants in respect to its intensity and consequently to the size of the plaque. Furthermore, it was shown that the original phage under discussion is composed of two different elemental phages, which act differently on various strains, the one being able to act on all strains and the other simply on some of them.

It was also shown that the size and number of plaques decrease with the increase of bacteria used in this experiment, and that the same is true of the temperature, although in the latter respect the effect is more remarkable on the number rather on the size of plaques. It may be added further that resistant strains developed from the phage-bacterial cultures are morphologically scarcely distinguishable from their original susceptible bacteria.

70. On the distribution of *Trichoderma* in the soils of various types of vegetation on Mt. Hakkôda. Yônosuke OKADA. (Sc. Rpts., T.I.U. **13**, 1938, 271–279).

Adopting the method of directly streaking on an agar plate from freshly exposed soil surface the author has counted the number of colonies of the mould *Trichoderma*, presumably *T. konigi*, growing in various soils with different plant communities on Mt. Hakkôda. In the following lines the number of *Trichoderma* colonies per plate in the soils of several plant communities is denoted: *Pseudosasetum* 4.3, *Fagetum* 3.9, *Abietum* 3.3, *Pinetum* 1.6, *Cladonietum* near solfatara 2, *Sphagnum* moor 1.8, *Narthecium* 1.2. Bare land near the solfatara and around tho crater is free from it. In soils rich in raw humus *Trichoderma* is profusely found, while in water-logged soils it is poorly present, which shows that this mould prefers well aerated habitat. Further, it was observed that it may live in highly acidic soil of *Cladonietum* in the solfatara ($pH = 2.8-3.1$), showing that it can bear the high acidity.

In respect to the soil depth, till which the organism under discussion may reach, it was found in the layer as deep as 40 cm, but not in the depth of 70 cm. In *Pseudosasetum* it seems to exist mostly as spores.

71. Studies on the Japanese Prasiolaceae. (Japanese). Yoshikazu OKADA. (J. Jap. B. **14**, 1938, 469-480, 9 text-figs.).

The Japanese species of *Prasiola* hitherto recognized in Japan are *P. japonica* YATABE and *P. formosana* OKADA, both in fresh water, *P. tesselata* in sea, *P. crispa* (LIGHTF.) MENEGH on the guano in Saghalien.

72. Studies on the ball-formation of *Aegagropila* in Etorohu Island. (Japanese). Yoshikazu OKADA. (J. Jap. B. **14**, 1938, 791–798, 3 text-figs.).

In Etorohu Island (belonging to the Kuriles) a new *Aegagropila* was found and identified as *A. Sauteri* (NEES.) KÜTZ. var. *Borgeana* (BRAND) NORDSTEDT. Compared with the specimen recognized in Akan Lake in Hokkaidô the ball is distinguished by being hollow and containing in its interior one (or rarely two) stone of the size of the small digit; the ball of the former species in Lake Akan is always full and never possesses any stone. The author's study has shown however that there are in the species under discussion three types of ball, viz. 1. hollow, without stone, 2. hollow with stone, the wall single- when young and double-layered afterwards, and 3. neither hollow nor containing any stone.

The author has tried to explain hypothetically the mode of development of all such ball-types.

73. Mikroskopische Beobachtungen über das Gefrieren einiger Pflanzenzellen im flüssigen Paraffin. (Japanisch m. deutsch. Zfg.). Naoyuki ONODA. (B.Z. **5**, 1938, 1845-2188+2 S. Literaturverzeichnis, 17 Textabb.).

Mit Hilfe eines etwas modifizierten MOLISCHschen Gefriermikroskops hat der Verf. das Phänomen des Gefrierens und Auftauens bei den pflanzlichen Zellen im flüssigen Paraffin untersucht. Die Versuchsmaterialien waren wie folgt: *Spirogyra* A und B, Blätter von *Elodea densa* und *Physcomitrium eurystomum*, Streifen aus der Blattunterseite von *Tradescantia virginica, Rhoeo discolor*, und *Zebrina pendula*. Die Resultate sind verschieden, je ob das Wasser an der Oberfläche der untersuchten Materialien anhaftet oder nicht. Im letzteren Fall können sie mehr oder minder stark ohne Eisbildung unterkühlt werden, wobei viele Zellen durch Erfrieren absterben, so z.B. bei *Spirogyra* A hat die 17-stündige Unterkühlung zu $-11°C$ zum Absterben geführt, während *Spirogyra* B bei der 5-stündigen Unterkühlung zu $-3{,}5°$ überleben konnte. Im Falle, wo die Oberfläche der Untersuchungsobjekte mit Wasser bedeckt ist, findet bei der Abkühlung die Eisbildung statt, zuerst auf der Scheidewand der benachbarten Zellen und bei *Spirogyra* an den Chloroplastenbändern und den Pyrenoiden. Die Zellen werden dabei stark geschrumpft und nach dem Auftauen dehnt sich die Zellwand und trennt sich von dem Protoplasma, welches einige Zeit lang im geschrumpften Zustand bleibt, sodass eine Pseudoplasmolyse eintritt. Wenn die Dauer des Gefrierens nur kurz ist, dehnt sich das Protoplasma wieder aus, aber wenn sie lang ist, wird das Protoplama koaguliert und zugrund gehen.

Die Eisbildung kann auch im Zellumen plötzlich stattfinden und sie wird von einer Zelle zur anderen verbreiten. Weitere Angaben werden hier nicht referiert werden, worüber auf das Original verwiesen sei.

74. Beobachtungen über japanische Moosflora XVII. (M. japan. Zfg.). Kyuichi SAKURAI. (B.M.T. **52**, 1938, 467-473, 6 Textfig., 499-500).

Neue Arten: *Dicranum pseudo-Bergeri*, DIX. et SAK., *Phycomitrium nipponense* SAK., *P. rhizophylum* SAK., *Papillaria japonica* SAK., *Aptychopsis Uii* SAK., *Pogonatum Urasawai* SAK.

75. *Boehmeria* species of Kyûsyû. (Japanese with Latin diagnoses). Yoshisuke SATAKE. (J. Jap. B. **14**, 1938, 508-514).

Among 25 species of *Boehmeria* endemic to Kyûsyû the following are new: *B. tukusiensis* SATAKE, sp. nov., and *S. grandissima* NAKAI var. *serrulata* SATAKE sp. nov. Both are provided with Latin diagnoses.

76. Juncaceae. (Japanese). Yoshisuke SATAKE. Publ. Sanseidô, Tôkyô and Ôsaka 1938. 103 pp. and 18 text-figs. groups.

A complete flora of Japan under the supervision of Profs. T. NAKAI and M. HONDA has begun to appear under the name "Nova Flora Japonica". It will include both Cryptogams and Phanerogams, and each family or its subdivision (in the case of the large family) which will be worked out by one certain author specially versed in the matter, will be published as a separate No. at irregular date. The work will be continued until all families containing the Japanese plants will be treated, which will naturally want a great many years, a century or even more for the completion.

The first No. of the Nova Flora Japonica is devoted to the Juncaceae, and is written by Y. SATAKE, as announced in the above title. In this No. come at first the preface

and the introduction, which includes the description of the characteristics of the family as well as the general consideration on the Japanese Juncaceae. In the special part the genera *Luzula* and *Juncus* are treated successively. Each genus is divided into several subgenera, sections and series. In *Luzula* 26, and in *Juncus* 36 species are fully described, sometimes with illustrations. The list of literature, and the index of Japanese and scientific names of plants come at the end of the book.

77. Karyotype alteration and phylogeny. IV. Karyotypes in Amaryllidaceae with special reference to the SAT-chromosome. Dyûhei SATÔ. (Cyt. **9**, 1938, 203–242, 73 text-figs.).

The karyotypes of nineteen genera in the Amaryllidoideae, namely, *Haemanthus* (2n = 16, 18), *Griffinia* (2n = 77), *Clivia* (2n = 44), *Galanthus* (2n = 24, 25, 28, 48), *Leucojum* (2n = 14, 22), *Nerine* (2n = 22, 33), *Amaryllis* (2n = 22), *Zephyranthus* (2n = 12, 24, 38), *Sternbergia* (2n = 22), *Crinum* (2n = 22,**), *Cyrtanthus* (2n = 22), *Eucharis* (2n = 68), *Hymenocallis* (2n = 56, 69), *Narcissus* (2n = 14, 21, 22, 32), *Pancratium* (2n = 44), *Sprekelia* (2n = ca. 117), *Hippeastrum* (2n = 44), *Habranthus* (2n = 21) and *Lycoris* (2n = 27) have been analysed from the point of karyotype alteration. Many genera, such as *Griffinia, Clivia, Leucojum, Nerine, Amaryllis, Sternbergia, Crinum, Cyrtanthus, Pancratium, Hippeastrum, Habranthus* and *Lycoris* have the 11-series of chromosomes, in other words, 11 is their basic number of chromosomes which indicates the intimate relationship existing among these karyotypes. More striking is the fact that various karyotypes belonging to the same genus, for instance, *Leucojum* (b = 7, 11), have been explained by the dislocation hypothesis of NAVASHIN (1932). By further reference to this hypothesis it may be possible to suggest the derivation of karyotypes in other genera.

The karyotypes of *Hymenocallis* (2n = 46, 69) and *Eucharis* (2n = 68) clearly indicate their derivation from the 11-series by the duplication of chromosomes and the secondary balance. The similar secondary polyploid appeared in *Zephyranthes* (b = 6), i.e., *Z. candida* (2n = 38). All genera except *Haemanthus* in the Amaryllidoideae may be concluded to have some karyological resemblances, when the karyotype alteration such as fusion, fragmentation, duplication, translocation, inversion, elimination and deficiency have been taken into consideration. The karyotypes of *Haemanthus* resemble those of *Scilla* in the Liliaceae or *Alstroemeria* in the Hypoxidoideae.

The karyotypes of five genera in the Agavoideae, namely, *Bravoa, Agave, Polianthes, Fourcroya* and *Beschorneria* are similar (so-called the *Yucca-Agave* karyotype) (5 long and 25 short chromosomes). The karyotype of *Doryanthes* (4 long and 44 short chromosomes) is different from the *Yucca-Agave* type, but some similarities are suggested, although the difference in chromosome sixes can clearly be detected. The karyotypes of the Agavoideae are generally speaking different from other ones in the Amaryllidaceae and rather resemble those of Yuccae in the Liliaceae.

The karyotypes of *Alstroemeria* (2n = 16) and *Bomalia* (2n = 18) in the Hypoxidoideae are similar to those of *Haemanthus* (2n = 16), especially in respect to the SAT-chromosomes.

The hypothesis of SAT-chromosome has been adopted in the present analysis of karyotypes in the Amaryllidaceae and has brought about successful results. Various hypotheses of karyotype alteration were discussed, and such karyotype alterations are concluded to be genotypically controlled (cf. LEVITSKIJ 1937). The genotypic control of karyotype alteration and secondary balance seem to play an important role in the process of evolutian.

The relation between the nucleoli and the SAT-chromosomes was discussed and the hypothesis of the SAT-chromosome was extended to reconcile it with the conception of

the nucleolar chromosome. The presence of the SAT-chromosome was emphasized by the observation of satellites or secondary constriction in many species which had usually been overlooked or neglected by previous investigators. Author.

78. Enumeratio lichenum Ins. formosae (IV)–(V). (In Latin and Japanese). Masami Satô. (J. Jap. B. **14**, 1938, 463-469, 783-791, altogether 8 text-figs.).

Ad IV. 7 species of *Usnea* are enumerated. The transverse section of the thallus of the *Usnea* species may be distinguished into the following types, viz. normal, roseola, rubicunda, and implicita, and this distinction will serve for the identification of the species of *Usnea*.

Ad V. 4 species of *Nephromopsis*, 8 species of *Cetraria*, and 4 species of *Anzia* are recorded.

79. Preliminary studies on the responses of seeds to the hormone treatment giving vernalization-like effect. (Japanese with English résumé). Tsunetoshi Shibuya. (J.S.T.A. **10**, 1938, 264-269, 1 text-fig.).

By treating seeds or sprouted seeds by β-indole-acetic acid the after-effect was observed, which is similar to that seen after the vernalization, for instance, early flowering and increase of flower number. To cite a few examples, when seeds and sprouted seeds of cotton were soaked in 0.5% β-indole-acetic acid for 2 hours or when peanut seeds were treated with a lanolin preparation of that substance, the flowering was hastened and the number of flowers has increased. In cotton the longer treatment than just mentioned (for instanco, 6-12 hours) has shown no effect. The treatment of seeds for 24 hours was somewhat efficacious for the flowering time, but that for 48 hours had no effect. However, the number of flowers was seen to increase in both cases.

80. The effect of auxin on the germination of seeds. (With Japanese résumé). Tsunetoshi Shibuya. (J.S.T.A. **10**, 1938, 270-273, 1 text-fig.).

Seeds of rice and flax were placed on the filter-paper in petri dish, each of which contains 8 cc of β-indole-acetic acid solution (0.04 mg in 100 cc H_2O), and the number of germinating seeds was compared to that in the control (no auxin). In rice there was no appreciable difference between the two, while in flax the germination was retarded.

81. One experiment concerning the infection of the mosaic disease of tomato. (Japanese). Shoichi Shimada. (A.P.S.J. **8**, 1938, 32).

The water-culture of tomatoes was performed. To the nutrient medium the sap got from diseased leaves was added, yet in several such experiments the author could never observe the occurrence of virus disease. So he concludes that the virus in soil will not be able to infect the host, at least through healthy roots.

82. Sweet potato breeding by seeds with artificial induction of blooming. (Japanese with English résumé). Tikasi Sigemura, Tatuzô Takahasi, and Kurata Kakihara. (P.C.S.S.J. **10**, 1938, 281-296, 2 pls.).

The experiments were made in an Agricultural Experiment Station in Korea, where under natural condition no flowers of sweet potato are produced. The authors have however succeeded in causing their flower formation by means of short-day treatment controlled at 8 or 10 hours per day. Through natural pollination as well as crossing a large number of pods were obtained. These experiments have therefore clearly indicated that the breeding of sweet potatoes by seeds is possible even in cold regions where no flowering takes place under natural condition.

83. Karyotype analysis in *Paeonia*, I. Yosito SINOTÔ. (Cyt. **9**, 1938, 254-271, 42 text-figs.).

The karyotypes of two species and two varieties, *Paeonia albiflora* var. *tricocarpa*, *P. obovata* var. *typica*, *P. japonica* and *P. suffruticosa* from various derivations were analysed. All species investigated here have ten somatic chromosomes (2n = 10) i.e., three pairs of V-shaped (A, B, C) and two pairs of J-shaped chromosomes (D, E). Generally four pairs of trabants were found at the distal (A, B) or proximal end of chromosome arms (D, E), but translocation, elimination or deletion of the trabants were also observed. The difference of chromosome lengths among these four plant forms is clearly distinguished, and *P. japonica* has the longest chromosome complement. When the trabants are taken into consideration, the various karyotypes are detected even in the same species. The chromosome chimera having doubled tissue is also observed in the root-tips of some individuals.

According to the hypothesis of SAT-chromosomes, the number, site and size of trabants correspond to those of nucleoli at the telophase nucleus. The number of nucleoli varied from two to eight at the telo- and interphases and their sizes suggest the fusion of the nucleoli. The site of nucleoli is very characteristic and it is observed in telophase nuclei in side view that one pair of large nucleoli corresponding to E, one pair of the largest nucleoli corresponding to A and B chromosomes are arranged in good order seen from the pole. Some individuals with heterozygous or modified SAT-chromosomes show the similar changes in the behaviour of nucleoli.

There is an interesting fact concerning the chromocentres at the telo- and interphases, that is, ten chromocentres are found at the most distant region of the pole where the regions of spindle fibre attachments of all the chromosomes seem to exist.

In conclusion the author assumed that the nucleolus plays some part in connection with genetics; gene may come out from the chromosomes by formation or through the nucleolus into the cytosome where the genes act in some way with substances which in this case may be called 'factor' in the cytosome. Author.

84. A list of chromosome number in angiospermous plants V. Toranosuke SUGIURA. (P.I.A. **14**, 1938, 391-392).

The haploid number of 87 Dicotyledons belonging to 13 families are indicated.

85. Fertilization and early embryogeny of *Chamaecyparis pisifera* S. et Z. Yosinori SUGIURA. (Sc. Rpts. T. I. U. **13**, 1938, 9-13, 1 pl. and 10 text-figs.).

In *Chamaecyparis pisifera* 5-12, most usually 7, archegonia form a complex at the apex of the female prothallium, outside of which a single layer of jacket-cells is found. 8-12 neck-cells are disposed in 1-2 tiers. The ventral canal cell disorganises soon after its formation. Two male gametes are formed by the division of a body cell. In the fertilization the male and the female nuclei come into contact at the upper part of the archegonium, and they pass down together to its bottom, contrary to what LAWSON has announced.

The free nuclear division takes place in the archegonium after the fertilization as usual, and the cell-wall begins to be formed after the stage of four free nuclei. After the lapse of a certain time three tiers of cells are formed, the uppermost being open towards the general cytoplasm of the archegonium. The second tier gives rise to the prosuspensor, while the lowermost one forms the embryo, the embryonal-tube and the primary suspensor. All these facts coincide with the observations of BUCHTIEN on *Ch. obtusa*.

The chromosome number as counted in the division of the central cell and of the jacket cell is 11, among which one is distinguished by carrying a large trabant.

86. *Pellionia cuneata* SUZ.—Tok., a new species of *Pellionia* GAUD., from Ryûkyû Islands. (Japanese with Latin diagnosis). SUZUKI-Tokio. (J. Jap. B. **14**, 1938, 716-720).

87. Miscellaneous notes on the East-Asiatic pteridophytes with special reference to the Japanese species (VI)—(VII). (With Japanese résumé). Motozi TAGAWA. (J. Jap. B. **14**, 1938, 595-605, 705-712).

Among a number of species cited in this paper the following is described as a new species, viz. *Asplenium arisanensis*. Besides, some new combinations and varieties are contained in this paper.

88. Spicilegium pteridographiae Asiae Orientalis 16. (With Japanese résumé). Motozi TAGAWA. (A.PT.G. **7**, 1938, 184-191).

13 species of ferns are enumerated, of which the following are described as new species: *Woodsia Okamotoi*, *Dryopteris Mayebarae*, *D. kwanzanensis*, *Cyrtomium Yamamotoi*, *Phymatodes Okamotoi*.

89. On *Lindsaya heterophylla* DRY and *L. ensifolia* SW. (Japanese with English résumé). Motozi TAGAWA. (A.PT.G. **7**, 1938, 196-198).

The author has enumerated some time ago 10 Japanese species of the genus *Lindsaya*. In this note two more species are added, which names are cited in the above title.

90. *Nothoperanema* TAGAWA, a new subgenus of *Dryopteris* ADAMS. (Japanese with Latin diagnosis). Motozi TAGAWA. (A.PT.G. **7**, 198-200).

A new subgenus of *Dryopteris* called *Nothoperanema* is described in detail, and 3 species contained therein are enumerated, viz. *D. Hendersoni* (BEDD.) C. CHRISTENSEN, *D. shikokiana* (MAKINO) C. CHRISTENSEN and *D. thrichorhachis* HAYATA.

91. Further studies on the influence of water-temperature on the water absorption and the stomatal aperture. Takashi TAGAWA. (J.F.A., H.I.U. **14**, 1938, 1-33, 9 text-fig. and 14 tables).

A seedling of *Phaseolus vulgaris* deprived of its root was studied in respect to the variation of water absorption as well as the stomatal aperture, in the case when the water temperature was changed, the air temperature as well as the humidity remaining constant. The results are briefly as follows.

Between 0° and 30°C the rise of the water temperature leads to the increase of the water absorption, which is more intense than in the case of the same phenomenon seen in intact plant (cf. this Journal **9**, (82), No. 291). Basing on these results the author thinks that the rise of water temperature will influence the absorbing activity of the root as well as the suction force of leaves and stems. When the materials of the experiment are transferred to the water below 20°, no change takes place in the stomata at the first day, but at the second the stomatal aperture opens widely, and the leaf turgescence is slightly lowered in consequence of the decrease of water absorption. When, however, the initial temperature 20° is restored, the water absorption increases, and the leaf turgescence is restored, and consequently the stomata will close rapidly. The author thinks that this change of the stomatal aperture is due not only to the recovery of the leaf turgescence, but also passively to the variation of the side-pressure of the epidermal cells.

All experimental results of the author are shown in detail in 11 tables.

92. A census of Hainan plants. Tyôzaburô TANAKA and Keijirô ODASHIMA. (J.S.T.A. **10**, 1938, 357-402, 16 figs.).

In respect to the flora of the Hainan Island, Kwantûng Province, China, very recently occupied by the Japanese navy and army, which is essentially tropical, there was an enumeration by MERRILL comprising 1560 species of Phanerogams, ferns and fern allies, founded upon the collection by F. A. MCCLURE in 1921-2. The authors have since received a number of specimen of Hainan plants from various sources, and the present enumeration contains in all 188 families, 987 genera and 2307 species (ferns and fern allies 57, Gymnosperms 11, Dicotyledons 742, Monocotyledons 370).

An extensive list indicating all species of the Hainan plants hitherto recognized (pp. 360-389) is given. The literature as well as the index of families and genera terminate the paper.

93. Fungi floating in the atmosphere. (Japanese). Heizi TASUGI and Eiiti KUROSAWA. (A.PP.S.J. **8**, 1938, 35-45, 5 text-figs.).

Between the noon and 2 o'clock p.m. of September 30, 1935, one of the authors riding on an aeroplane has made the experiment of trapping the minute organisms of the atmosphere at the height of 200, 500, 1000, and 2000 meters above the ground in Tôkyô. The fungi which were trapped chiefly on the agar containing bean-decoction, were found to be as follows: *Cladosporium, Alternaria, Fusarium, Aspergillus, Mucor, Pestalozzia, Penicillium, Brachysporium, Helminthosporium, Epicoccum, Macrosporium, Botrytis.* Some yeasts and bacteria were got at the same time.

The number of each fungus was found to decrease gradually as the height increases, yet even at 2000 meters that number was plenty high, thus, for instance,

Height in meters	200	500	1000	1500	2000
Number of fungus individuals measured by that of colonies formed on the agar	228	230	155	23	35

94. Geschlechtschromosomen bei einigen Lebermoosen VIII–IX. (Japanisch m. deutsch. Zfg.). Seizi TATUNO. (B.M.T. **52**, 1938, 374-379 m. 19 Textfig., 650-654 m. 20 Textfig.).

Die chromosomale Zusammensetzung von 4 folgenden Lebermoosen, welche die Geschlechtschromosomen enthalten, steht wie folgt:

	♀	♂
Conocephalus supradecompositus	$9 = 8+X$	$9 = 8+Y$
Frullania nishiyamensis	$9 = 7+X_1+X_2$	$8 = 7+Y$
Frullania sakawana	,,	,,
Riccardia Makinoana	$10 = 9+X$	$10 = 9+Y$

Bei *Madotheca parvistipula, M. tosana* und *M. Perrottetiana* sind keine Geschlechtschromosomen nachweisbar, doch ist das Heterochromosom H vorhanden, sodass ihre Chromosomenformel ist: $8 = 7+H$.

95. Ueber Polyploidie und geographische Verbreitung bei *Dumortiera hirsuta.* (Japanisch m. deutsch. Zfg.). Seizi TATUNO. (B.M.T. **52**, 1938, 434-441, 11 Textfig.).

Früher haben HEITZ und LORBEER am europäischen Material von *Dumortiera hirsuta* die haploide Zahl (= 9) beobachtet. Der Verf. hat in Japan bezüglich der gleichen Art die Individuen bekommen, welche die haploide (9), diploide (18) bzw. triploide (27) Zahl aufweisen. Die Fundorte solcher Varietäten in Japan werden angezeigt.

96. Heterochromosomen der Lebermoosa VI-VII. (Japanisch m. deutsch. Zfg.). Seizi TATUNO. (B.M.T. **52**, 1938, 480-484 m. 27 Textfig., 593-598 m. 34 Textfig.)

Bei 11 Arten von Jungermanniales acrogynae sind die Chromosomenformel festgestellt wie folgt: *Chandonanthus birmensis, C. hirtellus, Anastrophyllum yakushimensis, Sphaenolobus yakushimensis, Saccogyna curiossima, Bazzania yakushimensis, Herberta longifissa, Trichicoleopsis Bisseti, Scapania hirosakiensis, S. robusta, S. nuda, Haplozia lanceolata, H. thermana, Leptoscyphus verrucosus, Odontoschisma denudatum, Calypogeia Neessiana, C. tosana, Lepidozia obtusistipula, Ptilidium pulcherrimum, Diplophyllum plicatum, D. serrulatum, Jubula japonica* $9 = 7+H+h$ in allen obigen Arten, in *Pleurozia giganteoides* $2n = 18 = 2(7+H+h)$.

97. Eine botanische Untersuchung auf der Yanagawa Weide aus Anlass einer endemischen Pferdekrankheit. (M. japan. Zfg.). Kogo TOGASHI. (B.M.T. **52**, 1938, 627-635, 659-660).

Die "Yanagawa-Krankheit" is eine endemische Pferdekrankheit, welche seit etwa 1923 auf der Yanagawa Weide in der Präfektur Iwate bekannt geworden ist. Sie verursacht die Schädigung des Nervensystems und tritt diagnostisch meistens an den Hinterbeinen. Sie pflegt am Ende Herbst oder Anfang Winter auszubrechen, wobei jedes Jahr 10-30 Pferde sterben. Der Verf. hat die an dieser Weide wachsenden Pflanzen untersucht, wonach er 456 Arten höherer Pflanzen und 166 den letzteren parasitierende Pilzarten gefunden hat. Unter diesen gibt es nur wenige Giftpflanzen. Der Verf. hat festgestellt, dass auf den dort wachsenden wichtigen Futterpflanzen, z.B. *Zoysia, Spodiogon*, und *Miscanthus* gewisse *Claviceps*arten (Mutterkornpilz) reichlich auftreten. Ob solche Pilze die Ursache der Yanagawa-Krankheit seien, wird einer eingehenden Forschung bedürfen.

98. Studies on the physiological significance of the saprophytic bacteria effecting on the life of *Chromatium* in culture. (With Japanese résumé). Shozo TOKUDA. (B.M.T. **52**, 1938, 474-479, 500).

Three kinds of saprophytic bacteria were got from the enrichment culture of *Chromatium gracile* and *Rhodospirillium*. Among them the two are able to produce H_2S owing to their reducing activity (called a- and b-species), while the third which lacks such power is however able to cause the fermentation of mono- and disaccharose (called c-species). When *Chromatium* is cultured in the medium containing peptone and sulphur compound, together with one of the H_2S-producing saprophytic bacteria, it will develop luxuriantly, but not, when cultured together with the c-species.

Furthermore, concerning the combined culture of *Chromatium* and a- or b-species (H_2S-producer!) either the H_2S-producer or *Chromatium* first begins to germ, according as the agar medium will contain peptone or not respectively.

99. *Orthotrichum* in Japan. (Teilweise in japanisch). Reizo TOYAMA. (J. Jap. B. **14**, 1938, 617-626, 4 Textabb.).

Eine Uebersicht der 6 *Orthotrichum*-Arten Japans ist zuerst gegeben. Unter den zitierten Arten sind die folgenden neu und ausführlich beschrieben: *Orthotrichum ibukiense* sp. nov. und *O. amabile* sp. nov.

100. Pylaisiae japonicae. (M. japan. Zfg.). Reizo TOYAMA. (A.P.T.G. **7**, 1938, 222-235, 7 Textabb.).

Zunächst ist eine Uebersicht der Arten der Gattung *Pylaisia* gegeben. Unter 7 Arten, welche ausführlich beschrieben sind, sind die folgenden neu: *Pylaisia Fauriei, P. Cardoti, P. sublaevidens.* Weiter, 6 fragliche Arten sind hervorgehoben.

101. Studies on the osmotic concentration of some seashore plants. (Japanese with English résumé). Michio TSUDA. (B.M.T. **52**, 1938, 485-492).

By means of cryoscopic method the author has measured the osmotic pressure of sap extracted from the leaves of plants on some sandy shore. The result is shown in a table. Its inspection indicates that *Carex Kobomugi* and *C. pumila* are distinguished by high concentration of their sap, which amounts to 15.0-22 atm., while in others the concentration is much lower, being 10.3-11.2 atm. The soil where such plants are growing show a NaCl content of 0.003-0.004% (weight referred to dry weight of soil), a water-content of 3.3-5.3% and pH 6.8-8.6.

102. Researches on the Japanese diatoms. (I). (Japanese). Kôhei TSUMURA. (J. Jap. B. **14**, 1938, 670-680, 10 text-figs.).

Nearly 1000 diatoms are now known in Japan. This paper is the first of the author's studies on Japanese diatoms. In this part 7 species are enumerated: *Isthmia* (2 sp.), *Biddulphia* (3), *Triceratium* (1), and *Arachnoïdiscus* (1). The literature is given.

103. On the plant of Isl. Aogasima. (Japanese). Takasi TUYAMA. (J. Jap. B. **14**, 1938, 773-783).

Aogasima, a small volcanic island in dormant state, is situated N. long. 32° 35′ and E. lat. 139° 45′. 107 species of plants from this Island, Polypodiaceae—Compositae, are enumerated.

104. Plantae boninenses novae vel criticae X-XI. (With Japanese résumé). Takasi TUYAMA. (B.M.T. **52**, 1938, 463-467, 4 text-figs., 498-499, 567-572, 2 text-figs., 608-609).

The following are new species: *Carex Augustini*, *Goodyera Augustini*, *Rapanea Okabeana*, *Evolvulus boninensis*. Besides, some new varieties and combinations are noticed.

105. Ueber die negative Galvanotaxis der Myxomyceten-Plasmodien. (Japanisch m. deutsch. Zfg.). Atsushi WATANABE, Masahiko KODATI und Saburo KINOSHITA. (B.M.T. **52**, 1938, 441-445, 4 Textfig.).

Werden die Platin- oder unpolarisierbaren Elektroden eines Akkumulators an den Agarboden in gewisser Entfernung von einigen kriechenden Plasmodien angelegt, so zeigen sie die negative Galvanotaxis. Die untersuchten Myxomyceten waren *Didymium nigripes* var. *xanthopus*, *Fuligo septica*, *Physarum viride*, *P. pusillum*, *P. gyrosum*, *Physarella oblonga*, *Lycogala epidendrum* und *Stemonites* sp. Diese Galvanotaxis ist am ausgesprochensten bei der 6-10 Volt (0,15-0,28 mA Stromstärke in Agar) Elektroden-Spannung.

106. Ueber den Einfluss von verschiedenen Substanzen auf das bioelektrische Potential der Myxomyceten-Plasmodien. (Japanisch m. deutsch. Zfg.). Atsushi WATANABE, Masahito KODATI und Saburo KINOSHITA (B.M.T. **52**, 1938, 598-607, 12 Textfig.).

Das Plasmodium von *Didymium nigripes* var. *xanthopus* wurde der Einwirkung verschiedener Substanzen unterworfen, welche die Atmung fördern oder sie hemmen. Im ersteren Fall, wie z.B. beim Zufuhr von Methylenblau, Neutralrot, Chinon oder Glukose wird die Potentialdifferenz zwischen dem Front- und Hinterteil des Plasmodiums vergrössert, während im zweiten Fall (Zufuhr von Blausäure, Kohlenoxyd, Aethylurethan, Chloroform, Aether, Toluol), sie vermindert wird. Führt man die Platinelektroden anstatt der unpolarisierbaren in das zuvor mit Methylenblau vitalgefärbten Plasmodium ein, um das Oxydoreduktionspotential direkt zu messen, wird die Potentialdifferenz ungefähr gleich sein wie im Falle der unpolarisierbaren Elektroden. Die Verf. schliessen daher wie folgt: das bioelektrische Potential des Plasmodiums steht in inniger Beziehung zu den oxydroreduktiven Stoffwechselvorgängen".

107. Vitalfärbung an den Pollenmutterzellen von *Lilium speciosum*. G. YAMAHA. (Cyt. **9**, 1938, 193-202).

Der Verf. hat an den in der ersten Metaphase oder Anaphase befindlichen Pollenmutterzellen von *Lilium speciosum* die Experimente der Vitalfärbung ausgeführt, und zwar mittelst einer grossen Anzahl von sauren und basischen Farbstoffen. Die Färbung wurde dabei in zweierlei Weise vorgenommen. Erstens wurde zu den aus den Antheren herausgepressten Schleimen mit PMZ die Farbstoffe von der Konzentration 0,1-0,5% (saure Farbstoffe) oder 0,01-0,005% (basische Farbstoffe) hinzugefügt. Der Nachteil dieser Methode besteht darin, dass wegen des Wechsels der Ionenkonzentration die PMZ im abnormen Zustande versetzt werden. Die zweite Methode besteht im Gebrauch des für die PMZ günstigen Beobachtungsmediums, (z.B. 0,05-0,2 GM Phosphatpuffer, ein Gemisch von KH_2PO_4 und K_2HPO_4) von demselben pH wie beim Antherenschleim (pH = 5,0-8,0), worin die PMZ 6 Stunden lang (bei 27°C) gesund bleiben können.

Die Resultate von Experimenten sind wie folgt zusammengefasst: Die Zellmembran von PMZ färbt sich vital mit einer Anzahl von sauren Farbstoffen, nicht aber im allgemeinen mit den basischen. Dagegen kann man das Zytoplasma mit beiden Arten Farbstoffen vital färben, ausgenomme die lipoidlöslichen basischen Farbstoffe. Die Vitalfärbung der Zellkerne und Chromosomen wird mit einigen basischen Farbstoffen erzielt. Die Vitalfärbung wird durch die Ionenkonzentration der Farbstoffe mehr oder minder beeinflusst, worüber auf das Original verwiesen sei.

108. Weiteres über die pH-Schwankung in den sich teilenden Pollenmutterzellen. Gihei YAMAHA. (Sc. Rpts., T.BR.D. Nos. **60-63**, 1938, 279-288, 5 Tabellen).

Die Zusammenfassung dieses Aufsatzes lautet wie folgt (in eigenen Worten des Verf.):

1. Die pH-Werte des Karyoplasmas und des Zytoplasmas wurden bei den aus der Anthere herausgepressten PMZ mittels Vitalfärbung mit Bremkresolgrün geschätzt. Dabei wurden als Zellmedium, neben 0,1 n KCl (pH = 6,2), 0,01-0,2 GM Azetat- und Phosphatpufferlösung von pH 5,4-7,8 benutzt.

2. Die Reaktion des Protoplasmas, nach der Färbung beurteilt, wird in keinem geringen Masse nicht nur durch das pH, sondern auch durch die GM-Konzentration der Aussenlösung beeinflusst, wobei der sog. Suspendierungseffekt des Protoplasmas infolge der Elektronegativität seiner dispersen Phase eine ununterschätzbare Rolle zu spielen scheint.

3. Der ganze Verlauf der pH-Schwankung des Protoplasmas in der meiotischen Prophase sowie in den weiteren Phasen wird im Zusammenhang mit der Theorie der isoelektrischen Reaktion des Protoplasmas diskutiert.

109. Karyological investigation of some fresh-water algae by means of nucleal reaction. G. YAMAHA and S. SUEMATSU. (Sc. Rpts., T.BR.D. Nos. **60-63**, 1938, 269-277, 16 text-figs.).

The nucleal reaktion of 17 species of fresh water algae belonging to the genera *Cladophora, Aegagropila, Rhyzoclonium, Spirogyra, Zygnema, Mougeotia, Cylindrocystis, Chlamydomonas, Volvox, Scenedesmus, Hydrodyction, Ulothrix*, and *Stigeoclonium* was studied by means of FEULGEN's reaction. It was found that in all species without any exception the nucleolus is negative and the karyotin granules are positive towards FEULGEN. In the Cladophoraceae the karyotin network was observed, while others have shown typical euchromatic nuclei.

110. Some sooty moulds on sugar cane. (Japanese with English résumé). Wataro YAMAMOTO. (A.PP.S.J. **8**, 1938, 95-112, 2 fig.-groups).

Sooty moulds on sugar cane in Formosa infect the host's leaves through the aphid *Ceratovacuna lanigera* ZEHNT., and seem to be closely related to those in India, Queensland, etc. The spore forms of these moulds are very diverse, and the author has observed even six different forms on one and the same leaf. He made the pure culture of the mould by starting from one single spore of different forms, and came to the conclusion that there are at least three species, viz. *Fumago vagans* PERS. (olivaceous sooty mould), *Caldariomyces fasciculatus* sp. nov. (black sooty mould), and *Hypocapondium* sp. (brownish sooty mould). Each species is described in detail, and its cultural characters are announced. Inoculation experiments have given positive results.

111. Observationes ad floram formosanam XXI. (With Japanese résumé). Yoshimatsu YAMAMOTO. (J.S.T.A. **10**, 1938, 274-280, 2 text-figs.).

The following new species are described with illustrations: *Plantago macro-nipponica*, *Taitonia* gen. nov. (Lamiaceae—Stachyoideae—Lamiirae) containing *T. callicarpoides* sp. nov.

112. A phytogeographic view of Menispermaceae (and a list of the Eastern-Asiatic species of Menispermaceae. (Japanese). Yoshimatsu YAMAMOTO. (T.N.H.S.F. **28**, 1938, 303-324 with 2 text-figs.).

The Menispermaceae include 8 tribes, 65 genera and nearly 460 species which are distributed in the tropical forests with some exceptions. Basing on the mode of distribution of such plant forms the author has distinguished concerning the tropical zone four regions, each of which is characterized by the presence of certain species special to it, viz. 1. Indomalayan, 2. torrid Australian (incl. New Guinea, tropical Australia Proper, Melanesia, Polynesia, Micronesia), 3. tropical African (incl. Madagascar, Arabia, West Indies, tropical South America). In Asia the following 7 regions were distinguished, viz. 1. India, 2. Birma, Siam, Cochinchina, Andaman, Malay Peninsula, 3. Sumatra, Java, Borneo, 4. Celebes, Molukka, Timor, 5. Philippine Isds. 6. South China, Formosa, Ryûkyû Isds., 7. Central China, North China, Japan.

In the last place a list of the Eastern-Asiatic (Japanese and Chinese) Menispermaceae is appended, where 46 species are enumerated. This number corresponds to nearly 10% of that in the whole world. All of them are common to both China and Japan with one single exception.

113. A list of plants collected by Mr. H. MIGO in the Island of Amoi (Kokei) Fukien. (Japanese). Yoshimatsu YAMAMOTO. (T.N.H.S.F. **28**, 1938, 325-334, 1 map).

In all 60 species incl. the pteridophytes (8), the gymnosperms (2) and angiosperms (50) are enumerated. Among two gymnosperms one is *Cycas taiwaniana*, and among the angiosperms one is a new species *Ouroparia* (?) *enormis*.

114. Methods of obtaining *Tradescantia* flowers as cytological material in autumn and winter. Kono YASUI. (Cyt. **9**, 1938, 352-355, 1 text-fig.).

As well known, *Tradescantia* is a very suitable material for cytological studies. The writer gives in this paper some methods of getting flowers of *Tradescantia reflexa* (*T. canaliculata*) in autumn and winter. Though the methods are various, one of them consists, for instance, in removing out the chief inflorescence axis = the inflorescence of the uppermost node, when more than half of its numerous flowers are over. The same purpose is attained by cutting down the stem, when most of the flowers in the uppermost inflorescence are over. If such methods are practised, the floral shoot will grow out from the lower node or the rhizome, and will supply plenty of flowers in late season. Another method consists in dividing the stock. Still another method is the

long-day treatment. The writer has practised this treatment by means of the ordinary electric lamp (lighted at 4 o'clock p.m. and put out at 8 p.m.). Through such procedure young flower buds are obtained from the end December until May of the next year.

115. Cyanophyceae of Japan III. (With Japanese résumé). Yûichi YONEDA. (A.PT.G. **7**, 1938, 139–184, 64 text-figs.).

In this paper 73 species and varieties belonging to 25 genera of thermal and subthermal Cyanophyceae found in Beppu in Kyûsyû, famous for its thermal springs, and its vicinity are enumerated.

Among several species enumerated by the author the following are new: *Microcystis thermalis, Oscillatoria yuhuensis, O. Sakasitae, Phormidium beppunensis, Lyngbya Pithophorae, L. affixa.*

116. Thermal and subthermal cyanphycean algae from Beppu. (Japanese with English résumé). Yûichi YONEDA. (A.PT.G. **7**, 1938, 213–221).

According to the author's observations the cyanophycean algae found in the hot springs of Beppu can thrive between pH 5.2–9.2, and most luxuriously near pH 6.5–7.0. The temperature for growth lies between 35-50°C, and above 60° their number decreases rapidly.

The genus *Mastigocladus* and *Phormidium* are prominently represented, and the species of *Oscillatoria* are exceedingly numerous and widely distributed. The species of *Synechococcus, Chroococcus,* and *Lyngbya* are commonly met with, while those of *Gloeocapsa, Calothrix* and *Schizothrix* are much rare. Some tropical species were observed, viz. *Stichosiphon regularis, Nostochopsis Wichmannii, Calothrix brevissima,* and *Oscillatoria Lemmermanni.*

117. Montane forests on Mt. Hakkôda I. On the forests of *Fagus-Sasa* climax zone. II. On the forests of *Abies-Sasa* climax zone. (Japanese with English résumé). Kunizi YOSHIOA. (E.R. **3**, 1938, 137–338; **4**, 1–38, with 20 text-figs., 150–364 with 22 text-figs.).

The synecological studies of the montane forests in Mt. Hakkôda have led the author to the distinction of two zones, viz. the lower dominated by *Fagus Sieboldiana* and the upper dominated bi *Abies Mariesii.*

In the lower zone, called the *Fagus* zone by the author, he distinguishes five types of the climax forests, viz. 1) *Pinus-Quercus* 2) *Pinus-Tsuga* 3) *Pterocarya-Acer* 4) *Fagus-Quercus* and 5) *Fagus-Sasa* community. Among these five types the first and the second are seen only on rocky cliffs along the gorges, and may be regarded as a kind of edaphic climax forest. The third type is a passing phase, and gradually merges into the climax *Fagus* forest as the soil ripens. The fourth type represents a transition from *Pinus-Quercus*, and merges gradually into the pure *Fagus* forest. The fifth is regarded as the climatic climax forest, where *Sasa kurilensis* is growing luxuriantly as the undergrowth. The age of the *Fagus* forests is various, and the development of its young seedlings takes place most vigorously in the pasturage forest and besides more so in old-aged forests than in younger ones. This is partly due to the poor development of the undergrowth in pasturage and old-aged forests, and partly to the more abundant fructification in old trees than in younger ones.

The upper zone of Mt. Hakkôda (900–1400 m) is the subalpine region dominated by *Abies Mariesii,* where *Sasa kurilensis* grows luxuriantly as the undergrowth. Besides, *Betula Ermanni* var. *communis* and *Tsuga diversifolia* form together the forest, perhaps determined by edaphic condition. In this zone the lower part (900–1200 m) is dominated

by a grouping of *Abies* associated with *Betula* and *Fagus*, and contains the forests, such as *Abies-Fagus*, *Abies-Betula-Fagus*, *Abies-Betula*, and *Abies-Fagus* near the peat moor. The upper part (1200–1400 m) is mainly occupied by the grouping of *Abies* forest, *Abies-Tsuga* forest, *Abies* forest around the peat moor, and dwarf *Abies* forest near the timber limit.

Abies Mariesii is seen to invade gradually downwards the lower montane forest of *Fagus*. *Betula* comes frequently in this part, which is evidently due to its rapid growth.
